

**ÉTUDE DES SOURCES DE CONTAMINATION DES
POISSONS DU LAC MAGOG PAR LES BPC**

Résultats des travaux réalisés de 1997 à 2001

**par
Pierre Leclerc
et
Joëlle Muyldermans**

Direction régionale de l'Estrie

**Ministère de l'Environnement
Gouvernement du Québec
Septembre 2002**

Dépôt légal – Bibliothèque du Québec, 2002

ISBN

Envirodoq :

QE-

ÉQUIPE DE TRAVAIL

Rédaction et interprétation :	Pierre Leclerc ¹ Joëlle Muyltermans ¹
Révision linguistique :	Renée Dolbec
Révision scientifique :	Sylvie Cloutier ² Gérard Croteau ³
Agent de communication :	Hélène Beauchesne ¹
Échantillonnage :	André Hamel ¹ Pierre Leclerc ¹ Jean-Paul Morin ¹ Joëlle Muyltermans ¹ Denis Perron ¹ S.M. Environnement ⁴
Analyse en laboratoire :	Charles Brochu ⁵ François Messier ⁵ Serge Moore ⁵ Paule Tremblay ⁵
Réalisation graphique :	Sylvie Geoffroy ¹
Mise en page :	France Belleau ¹

¹ Direction régionale de l'Estrie, ministère de l'Environnement du Québec, 770, rue Goretti, Sherbrooke (Québec), J1E 3H4

² Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère de l'Environnement du Québec, 675, boulevard René-Lévesque Est, 7^e étage, Québec (Québec), G1R 5V7

³ Direction du patrimoine écologique et du développement durable, ministère de l'Environnement du Québec, 675, boulevard René-Lévesque Est, 4^e étage, Québec (Québec), G1R 5V7

⁴ S.M. Environnement, 740, rue Galt Ouest, 2^e étage, Sherbrooke (Québec), J1H 1Z3

⁵ Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, 850, boul. Vanier, Laval (Québec) H7C 2M7

RÉSUMÉ

Une étude réalisée en 1991-1992 par la Direction des écosystèmes aquatiques du ministère de l'Environnement révélait un problème de contamination des poissons du lac Magog par les biphényles polychlorés (BPC). Les teneurs de BPC mesurées étaient alors parmi les plus élevées dans les milieux d'eau douce du Québec. L'objectif de la présente étude est d'identifier les sources responsables de la contamination des poissons du lac Magog par les BPC.

Des travaux réalisés en 1996 ont permis, dans un premier temps, de préciser l'origine des sources de contamination. Les teneurs de BPC, mesurées dans les sédiments et les poissons, ont permis de conclure qu'il y avait encore, en 1996, une source active de BPC dans la rivière Magog. La ou les sources de rejet seraient situées dans la rivière Magog, entre le lac Memphrémagog et le pont de l'autoroute 55.

À la suite de ces travaux, la Direction régionale de l'Estrie a entrepris une série de démarches afin de déterminer les sources de rejet de biphényles polychlorés dans la rivière Magog. C'est ainsi que, dès 1996, on a relevé cinq sources susceptibles de contaminer la rivière Magog. À cette époque, des BPC avaient été trouvés dans l'effluent d'une usine de textile, lequel se déverse dans la rivière Magog.

Les efforts se sont poursuivis en 1997 et 1998 afin de mieux cibler les sources de rejet de BPC dans la rivière Magog. Des BPC ont été mesurés dans les eaux usées municipales et dans l'effluent de la station d'épuration de la ville de Magog. Deux points de débordement du réseau municipal ont également retenu l'attention, car ils reçoivent les eaux usées provenant de l'ensemble des établissements situés dans le parc industriel. Des BPC ont été détectés dans le trop-plein du régulateur McPherson. Les eaux usées rejetées dans la rivière Magog par le régulateur Saint-Patrice n'ont pas été analysées en 1997 et en 1998.

D'autres sources de rejet de BPC ont été repérées en 1997 et en 1998. L'analyse des eaux du fossé de drainage situé à proximité d'un ancien poste électrique a ainsi révélé une contamination en BPC. Une caractérisation de ce terrain a démontré que les sols étaient contaminés par les hydrocarbures pétroliers et que des BPC étaient présents dans les eaux souterraines. À la suite de ces résultats, des travaux de restauration ont été réalisés à cet endroit. Par ailleurs, l'analyse des eaux de ruissellement provenant du terrain d'une entreprise de récupération de ferraille a montré que celles-ci renfermaient une quantité importante de BPC. L'analyse des sols superficiels du terrain ainsi que des eaux de surface a indiqué une contamination élevée en hydrocarbures pétroliers et en BPC. Les eaux de ruissellement de ce terrain rejoignent le ruisseau Rouge par un autre fossé de drainage.

Divers travaux ont été effectués en 1999 et 2000 afin de quantifier les apports en BPC provenant des différentes sources identifiées. Des BPC ont été mesurés dans l'effluent d'une usine de textile, dans l'effluent de la station d'épuration de la ville de Magog, dans le ruisseau Rouge, par l'intermédiaire de deux fossés de drainage, ainsi que dans le trop-plein du régulateur Saint-Patrice. Aucun débordement du régulateur McPherson ne s'est produit pendant la période d'étude en 2000.

Si l'on compare la quantité de BPC rejetés à la rivière Magog par chacune des sources mentionnées plus haut, on constate que le ruisseau Rouge constitue la principale voie de contamination de la rivière Magog. Différents prélèvements effectués dans ce ruisseau, en amont des deux fossés de drainage, ne montrent aucun changement significatif de la teneur en BPC. Toutefois, en aval de ces fossés, on note une forte augmentation des teneurs en BPC du ruisseau, particulièrement au printemps ou en période de pluie. Le fossé de drainage qui longe l'ancien poste électrique, celui qui reçoit les eaux de ruissellement en provenance du terrain du récupérateur de ferraille ainsi que l'égout pluvial du parc industriel seraient les principales sources de contamination du ruisseau Rouge par les BPC.

Les résultats de cette étude révèlent que la contamination des poissons du lac Magog proviendrait essentiellement de terrains contaminés situés à proximité du ruisseau Rouge ou à l'intérieur du parc industriel de la ville de Magog. À la suite des résultats obtenus, des démarches devront être entreprises auprès des responsables afin de réduire ou d'éliminer le rejet de BPC vers la rivière Magog.⁶

⁶ Leclerc, P. et J. Muyltermans, 2002. « *Étude des sources de contamination des poissons du lac Magog par les BPC – Résultats des travaux réalisés de 1997 à 2001* », Québec, ministère de l'Environnement, Direction régionale de l'Estrie, Envirodoq n° XXX, 41 pages et 7 annexes.

TABLE DES MATIÈRES

ÉQUIPE DE RÉALISATION	iii
RÉSUMÉ	iv
TABLE DES MATIÈRES	vi
LISTE DES TABLEAUX	viii
LISTE DES FIGURES	viii
LISTE DES ANNEXES	ix
INTRODUCTION	1
1. DESCRIPTION DE L'AIRES D'ÉTUDE	3
1.1 Localisation	3
1.2 Caractéristiques de la région et de son bassin versant	3
1.2.1 Lac Magog	3
1.2.2 Rivière Magog	3
1.2.3 Tributaires de la rivière Magog	5
1.2.4 Ville de Magog	5
1.2.5 Sources de contamination de la rivière Magog	5
1.2.6 Sources de contamination du ruisseau Rouge	6
1.3 Utilisation du territoire	7
2. MATÉRIEL ET MÉTHODES	8
2.1 Emplacement des stations d'échantillonnage	8
2.2 Mesure de débit	8
2.2.1 Eau de surface	8
2.2.1.1 Ruisseau Rouge	8
2.2.2 Eaux usées municipales	12
2.2.2.1 Station d'épuration de Magog	12
2.2.2.2 Régulateur Saint-Patrice	13
2.2.2.3 Régulateur McPherson	15
2.2.3 Effluent de l'usine de textile C.S. Brooks Canada inc	15
2.3 Échantillonnage de l'eau	16
2.3.1 Eau de surface	16
2.3.1.1 Ruisseau Rouge	16
2.3.1.2 Fossé de drainage longeant un ancien poste électrique	17
2.3.1.3 Fossé de drainage près du terrain d'un récupérateur de ferraille	18
2.3.2 Eaux usées municipales	18
2.3.2.1 Station d'épuration de Magog	18
2.3.2.2 Régulateur Saint-Patrice	18
2.3.2.3 Régulateur McPherson	19
2.3.3 Effluent de l'usine de textile C.S. Brooks Canada inc.	19
2.4 Échantillonnage de sols	19
2.5 Méthode analytique	20

3. PRÉSENTATION DES RÉSULTATS.....	22
3.1 Résultats des années 1997 et 1998.....	22
3.1.1 Usine de textile C.S. Brooks Canada inc.....	22
3.1.2 Station d'épuration de Magog.....	22
3.1.3 Autres sources de rejet de BPC dans le parc industriel.....	23
3.1.4 Régulateur McPherson.....	24
3.1.5 Régulateur Saint-Patrice.....	25
3.1.6 Ancien poste électrique.....	25
3.1.7 Terrain d'une entreprise de récupération de ferraille.....	26
3.2 Résultats de l'année 1999.....	26
3.2.1 Régulateur Saint-Patrice.....	26
3.2.2 Régulateur McPherson.....	28
3.2.3 Usine de textile C.S. Brooks Canada inc.....	28
3.2.4 Ruisseau Rouge.....	28
3.3 Résultats de l'année 2000.....	29
3.3.1 Évaluation de la quantité de BPC provenant des différentes sources.....	29
3.3.1.1 <i>Ruisseau Rouge</i>	29
3.3.1.2 <i>Station d'épuration de Magog</i>	31
3.3.1.3 <i>Usine de textile C.S. Brooks Canada inc.</i>	31
3.3.1.4 <i>Régulateur Saint-Patrice</i>	31
3.3.1.5 <i>Régulateur McPherson</i>	31
3.3.2 Évaluation comparative des différentes sources de rejet.....	33
3.3.3 Identification des sources de contamination du ruisseau Rouge.....	34
3.4 Résultats de l'échantillonnage des sols en 2001.....	36
 CONCLUSION.....	 38
 RÉFÉRENCES.....	 40
 ANNEXES	

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 3.1	Débits, teneurs et charges de BPC rejetés à l’affluent et à l’effluent de la station d’épuration de C.S. Brooks Canada inc.....	22
Tableau 3.2	Charges journalières de BPC mesurées à l’affluent et à l’effluent de la station d’épuration de Magog.....	23
Tableau 3.3	Teneurs en BPC de divers prélèvements effectués au régulateur McPherson et dans les fossés de drainage en 1997.....	24
Tableau 3.4	Débits, teneurs et charges des eaux usées rejetées à partir du régulateur McPherson en 1998.....	25
Tableau 3.5	Teneurs et charges de BPC rejetés à la rivière Magog en 1999.....	27
Tableau 3.6	Teneurs et charges de BPC rejetés à la rivière Magog en 2000.....	30
Tableau 3.7	Évaluation des charges de BPC rejetés à partir du régulateur Saint-Patrice en 2000	32
Tableau 3.8	Évaluation des charges de BPC rejetés dans la rivière Magog entre le 19 avril et le 30 septembre 2000	33
Tableau 3.9	Répartition des charges de BPC transportés par le ruisseau Rouge en 2000.....	34
Tableau 3.10	Teneurs en BPC des prélèvements effectués au ruisseau Rouge et dans les fossés de drainage en 2000	35
Tableau 3.11	Teneurs en BPC des sols de l’ancien poste électrique et du fossé de drainage (2001).....	37

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1	Localisation de la rivière Magog et du lac Magog.....	4
Figure 2.1	Vue des deux ponceaux du ruisseau Rouge	8
Figure 2.2	Localisation des sources susceptibles de rejeter des BPC vers la rivière Magog.....	9
Figure 2.3	Emplacement de certaines stations d’échantillonnage du ruisseau Rouge	10
Figure 2.4	Emplacement des stations d’échantillonnage des deux fossés de drainage se déversant dans le ruisseau Rouge	11

Figure 2.5	Représentation du régulateur Saint-Patrice et du réseau d'égout à proximité	14
Figure 2.6	Débitmètres ISCO placés au régulateur Saint-Patrice.....	14
Figure 2.7	Emplacement des forages et des sondages effectués à l'ancien poste électrique	21

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1	Teneurs en BPC ($\mu\text{g}/\text{kg}$) dans les meuniers noirs capturés en amont et dans le lac Magog entre 1978 et 1991
Annexe 2	Liste des entreprises manufacturières de la ville de Magog
Annexe 3	Liste des paramètres analysés et méthode d'analyse
Annexe 4	Synthèse des caractéristiques des prélèvements effectués (nombre et type d'échantillon, type d'analyse et limites de détection)
Annexe 5	Sommaire des informations sur les propriétés physico-chimiques, toxicologiques et écotoxicologiques des biphényles polychlorés
Annexe 6	Débit du ruisseau Rouge mesuré du 23 mars au 30 septembre 2000
Annexe 7	Relevé des événements de surverse au régulateur Saint-Patrice du 19 avril au 30 septembre 2000

INTRODUCTION

En 1978, le ministère de l'Environnement mettait sur pied le Programme d'assainissement des eaux du Québec dont l'objectif était de redonner aux Québécois l'usage des cours d'eau. Afin d'évaluer l'état général du milieu aquatique, le ministère de l'Environnement a réalisé, au cours des vingt dernières années, différentes études dans les principales rivières du Québec. Une étude menée en 1991 et en 1992, par la Direction des écosystèmes aquatiques, dresse le portrait de la qualité de l'eau du bassin versant de la rivière Saint-François.

Un des points mentionnés par cette étude est la présence de biphényles polychlorés (BPC) dans la chair des poissons d'intérêt sportif et dans les meuniers noirs du lac Magog. Les teneurs mesurées étaient alors parmi les plus élevées dans les milieux d'eau douce du Québec (Primeau, 1996).

Le lac Magog a montré, aux cours des années, des problèmes de contamination par les BPC. Une analyse de l'évolution temporelle de la contamination du lac Magog a été menée à partir des divers prélèvements de meuniers noirs effectués entre 1978 et 1991. Les résultats des teneurs en BPC dans les meuniers noirs, capturés au lac Magog et en amont de ce lac, sont présentés à l'annexe 1. Un regard rétrospectif sur l'évolution de la contamination montre que les teneurs en BPC ont augmenté considérablement au cours des années 1980, mais qu'elles ont diminué au début des années 1990, tout en demeurant, cependant, élevées.

En 1991, malgré une baisse des teneurs en BPC mesurées dans les meuniers noirs en amont du lac Magog (aval du pont-route 55), celles-ci demeuraient parmi les plus élevées au Québec, variant de 240 à 1570 µg/kg (Primeau, 1996). Toutes les mesures disponibles de 1978 à 1991 étaient supérieures au critère de 160 µg/kg pour la protection de la faune terrestre piscivore (USEPA, 1995).

La contamination affectait, en plus du meunier noir, les poissons d'intérêt sportif comme l'achigan et le brochet. Ces espèces d'intérêt sportif capturées dans le lac Magog avaient dans la chair des teneurs plus élevées de BPC qu'ailleurs dans le bassin versant. Ces teneurs demeuraient toutefois inférieures à la limite administrative pour la consommation humaine de poisson, fixée à 2000 µg/kg par Santé Canada (Santé et Bien-être social Canada, 1986).

Les poissons du lac Memphrémagog ont également fait l'objet de prélèvements afin de comparer leurs teneurs en BPC avec celles des poissons du lac Magog. Une teneur moyenne en BPC de 170 µg/kg a été mesurée en 1989 dans les meuniers noirs entiers capturés dans le lac Memphrémagog. Cette teneur était dix fois moins élevée que celle mesurée dans la partie amont du lac Magog (1693 µg/kg) (Primeau, 1996).

À la suite de la publication des résultats de l'étude effectuée en 1991 et en 1992 (Primeau, 1996), la Direction régionale de l'Estrie et la Direction des écosystèmes aquatiques ont mené conjointement, en octobre 1996, une étude visant à mesurer les niveaux de contamination des sédiments et des meuniers noirs du lac Memphrémagog, de la rivière Magog et du lac Magog (Laliberté, 1997). Cette étude avait pour but d'actualiser les données sur la contamination des poissons et d'orienter l'intervention du ministère de l'Environnement dans la recherche des sources de contamination.

Les teneurs en BPC des meuniers noirs prélevés au lac Magog sont supérieures à celles des poissons du lac Memphrémagog, mais elles demeurent inférieures à celles des meuniers noirs prélevés dans la rivière Magog, en amont du pont-route 55. Les données indiquent qu'en 1996, les teneurs en BPC mesurées dans les meuniers noirs entiers du lac Magog étaient encore élevées.

Les résultats de cette étude (Laliberté, 1997) ont également révélé une contamination, par les BPC, des sédiments de la rivière Magog et du lac Magog. Les teneurs les plus élevées ont été retrouvées au lac Magog. Aucun congénère de BPC n'a été détecté dans les sédiments du lac Memphrémagog. On remarque toutefois une augmentation subite des teneurs en BPC dans la rivière Magog, aux ponts des routes 108 et 55. Les teneurs en BPC des sédiments prélevés au lac Magog sont supérieures à celles des sédiments de la rivière Magog, le lac Magog constituant une zone privilégiée qui favorise la sédimentation.

Les résultats d'analyse des sédiments et des meuniers noirs prélevés permettent de conclure qu'il y avait encore, en 1996, une source active de biphényles polychlorés dans la rivière Magog, notamment entre le lac Memphrémagog et le pont de l'autoroute 55. L'objectif de la présente étude est d'identifier les sources de rejet de BPC dans la rivière Magog et d'en déterminer l'importance relative. Ce rapport présente les résultats des recherches menées de 1997 à 2001.

1. DESCRIPTION DE L'AIRE D'ÉTUDE

1.1 Localisation

L'aire étudiée a été confinée au tronçon situé entre la source de la rivière Magog et son embouchure dans le lac Magog. Cette section est située dans la MRC de Memphrémagog et fait partie du bassin versant de la rivière Saint-François.

La rivière Magog est principalement alimentée par l'exutoire du lac Memphrémagog et, quelques kilomètres plus en aval, elle s'élargit pour donner naissance au lac Magog (figure 1.1). Elle reprend ensuite son cours jusqu'à Sherbrooke pour former le lac des Nations et finalement rejoindre la rivière Saint-François. Sur son parcours, la rivière Magog traverse successivement le territoire de la ville de Magog, du canton de Magog et de Sainte-Catherine-de-Hatley, puis les villes de Deauville, Rock Forest et Sherbrooke. Quant au lac Magog, il est situé à environ cinq kilomètres à l'est de la ville de Magog.

1.2 Caractéristiques de la région et de son bassin versant

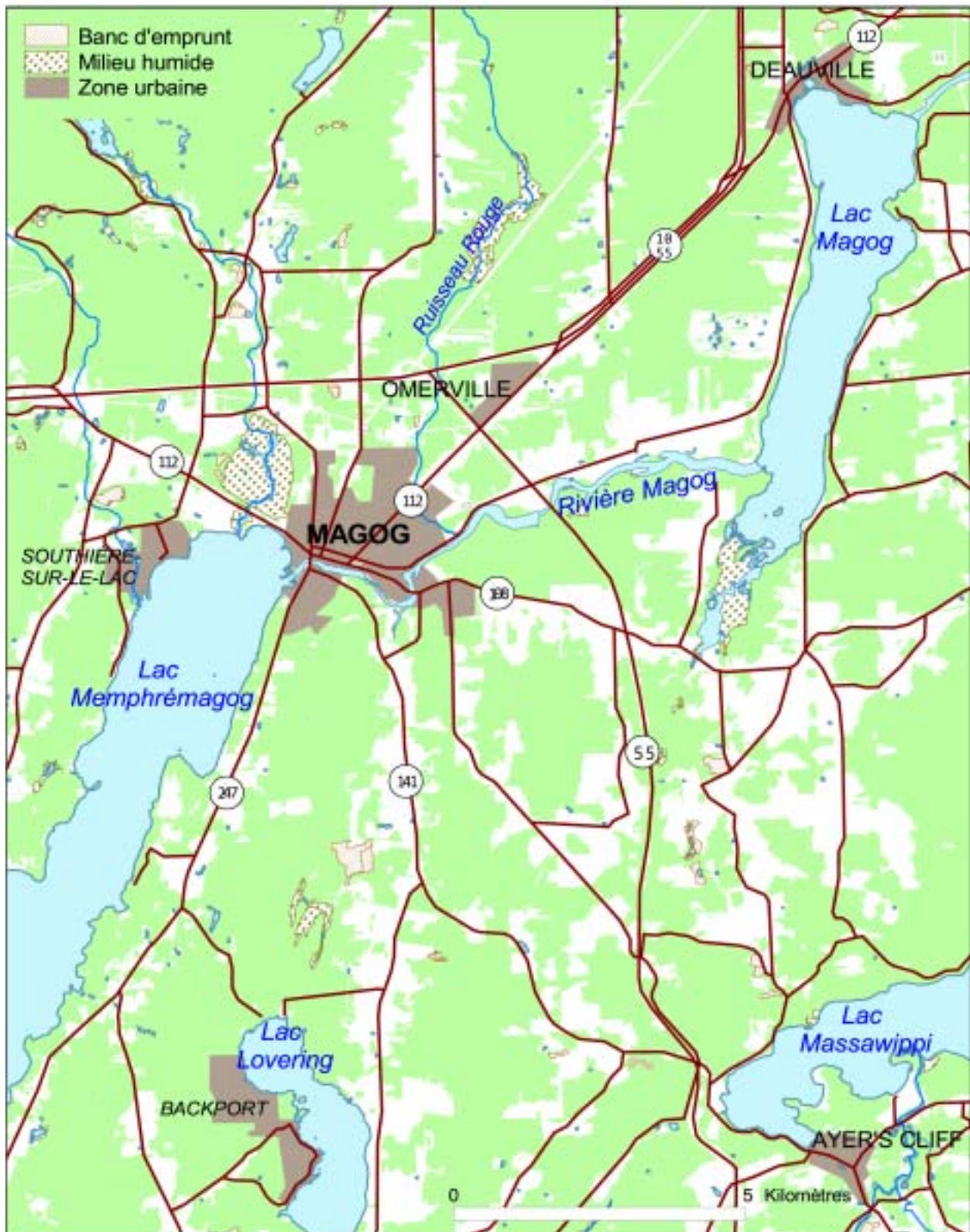
1.2.1 Lac Magog

Le lac Magog couvre une superficie de 11,5 km². La superficie de son bassin versant direct est de 174 km², tandis que la superficie étendue de son bassin versant (qui a transité par au moins un autre lac en amont) est de 1950 km². Sa profondeur maximale est de 19,2 m et sa profondeur moyenne, de 9,8 m. Sa longueur et sa largeur maximales atteignent 11,1 km et 2,1 km respectivement, tandis que sa largeur moyenne est de 0,97 km (ministère des Richesses naturelles, 1978). Le périmètre du lac Magog est de 32,5 km et son volume, de 84 000 000 m³. Le temps de renouvellement de ses eaux est de 0,07 an, ce qui est très court (Prairie et Soucisse, 1999).

Un marais est situé à l'extrémité sud-ouest du lac Magog. Pour le reste, le caractère artificiel des berges du lac est très élevé en raison, principalement, de la densité élevée de chalets, qui souvent sont situés près du lac, et du déboisement excessif. Lorsqu'on le compare aux autres lacs de l'Estrie, son degré de minéralisation est élevé surtout en calcium (ministère des Richesses naturelles, 1978). Ce lac a été déclaré mésotrophe en 1999 (Prairie et Soucisse, 1999).

1.2.2 Rivière Magog

Le bassin versant de la rivière Magog a une superficie de près de 1700 km². Le tronçon étudié a une longueur d'environ 6 km. De 1950 à 1980, une station débitmétrique de référence, située à la centrale de l'usine de la compagnie Dominion Textile (maintenant C.S. Brooks Canada), près de l'embouchure de la rivière Magog, a permis d'évaluer un débit moyen de 34,9 m³/s et un débit minimal régularisé en période estivale de 9,4 m³/s (Primeau, 1992). Dans la section étudiée, la rivière Magog compte deux barrages (barrage en amont de C.S. Brooks Canada inc. et barrage Grande Dame d'Hydro-Magog) et une centrale hydroélectrique. Après une pluie abondante, la

Figure 1.1 Localisation de la rivière Magog et du lac Magog

qualité esthétique de la rivière Magog se détériore rapidement et l'eau change radicalement de couleur, en raison du lessivage des sols et de l'érosion des rives.

1.2.3 Tributaires de la rivière Magog

Dans le tronçon étudié, l'un des tributaires les plus importants de la rivière Magog est le ruisseau Rouge. Quelques ruisseaux sans nom ainsi que le ruisseau Boily s'écoulent également vers la rivière Magog.

Le ruisseau Rouge prend sa source à Saint-Élie-d'Orford, traverse ensuite Omerville, une partie du quartier résidentiel de Magog et le parc industriel de Magog, pour finalement rejoindre la rivière Magog, un peu en amont du pont-route 55. Le ruisseau Rouge reçoit également la décharge de l'égout pluvial desservant le parc industriel ainsi que les eaux de deux fossés de drainage longeant la voie ferrée.

1.2.4 Ville de Magog

Les rives de la rivière Magog sont très peuplées et très achalandées. À son embouchure se trouve la ville de Magog, située à une distance de 40 kilomètres des États-Unis et à une centaine de kilomètres de Montréal. Elle est directement reliée aux autoroutes 10 et 55 et est également desservie par un service ferroviaire de la compagnie Chemin de fer Québec-Sud. La ville de Magog comptait, en 1996, 14 050 habitants répartis sur une superficie qui atteint plus de 15 km². La région de Magog est une destination touristique très prisée au Québec. La population non permanente y est très importante, été comme hiver. En période estivale, la population peut même doubler si l'on tient compte des villégiateurs et des touristes.

La population active de la ville de Magog travaille principalement dans le secteur secondaire et le secteur tertiaire. La municipalité compte soixante-deux entreprises manufacturières, dont la majorité sont des petites et moyennes entreprises (PME), qui génèrent au total plus de 4500 emplois. L'annexe 2 présente une liste de ces entreprises, le secteur manufacturier auquel elles appartiennent ainsi que le nombre d'employés. Les principaux secteurs d'activités sont les produits textiles, les aliments, l'imprimerie, l'édition et produits connexes ainsi que le caoutchouc, le plastique et la transformation des métaux (CLD de la MRC de Memphrémagog, 2000). Le parc industriel de Magog englobe une quarantaine d'entreprises occupant une superficie totale de 1 450 000 m² (CLD de la MRC de Memphrémagog, 2001). Les entreprises commerciales, touristiques et de services offrent également du travail à de nombreuses personnes dans la région.

1.2.5 Sources de contamination de la rivière Magog

Les eaux usées de la ville de Magog, d'une partie d'Omerville et d'une partie du canton de Magog sont dirigées vers la station d'épuration de la ville de Magog par l'intermédiaire de deux stations de pompage. Certaines entreprises du parc industriel de Magog déversent également leurs eaux usées de procédé dans le réseau d'égout municipal. L'effluent de la station d'épuration est rejeté dans la rivière Magog, sur la rive droite en aval du barrage de la compagnie C.S. Brooks Canada inc., par un émissaire submergé de 117 m de long et 600 mm de diamètre. La station d'épuration de type « boues activées » est en fonction depuis 1985. La chaîne de

traitement est composée d'une unité de dégrillage et de dessablage (traitement primaire), de fossés d'oxydation (traitement secondaire) ainsi que d'un système de filtration (traitement tertiaire).

Le réseau d'égout de la ville de Magog est, pour la plus grande part, de type combiné, c'est-à-dire qu'il reçoit, outre les eaux domestiques provenant des résidences, des commerces et des institutions, les eaux de procédé des établissements industriels raccordés au réseau d'égout ainsi que les eaux provenant des drains de toit, des drains de fondation et du ruissellement de surface. En tout, quinze postes de pompage permettent d'acheminer les eaux usées vers la station d'épuration. Le réseau est également pourvu de onze régulateurs permettant de limiter, en temps de pluie, le débit des eaux usées acheminées vers la station d'épuration. Enfin, le réseau d'égout renferme dix-neuf ouvrages de surverse permettant le déversement d'eaux usées en situation d'urgence et en période de pluie ou de fonte des neiges vers le réseau hydrographique (Hamel et Leclerc, 1997a).

Deux régulateurs ont retenu l'attention dans le cadre de cette étude, soit le régulateur Saint-Patrice et le régulateur McPherson. Le régulateur Saint-Patrice a été retenu, car il reçoit une partie (environ 50 %) des eaux usées de la ville de Magog ainsi que les eaux de procédé des établissements situés dans le parc industriel. Le trop-plein du régulateur Saint-Patrice se déverse dans la rivière Magog. Le régulateur McPherson a été sélectionné en raison de sa localisation dans le parc industriel. Le trop-plein du régulateur McPherson se déverse dans le ruisseau Rouge.

Les eaux usées des entreprises manufacturières de la ville de Magog sont traitées par la station d'épuration municipale, à l'exception des eaux usées de l'usine de textile C.S. Brooks Canada inc. et des eaux de procédé de l'usine Éka Chimie Canada inc. L'entreprise C.S. Brooks Canada inc. possède ses propres installations de traitement, composées d'un système aérobie de type boues activées. L'effluent est rejeté sur la rive droite de la rivière Magog. La compagnie Éka Chimie Canada inc. exploite une usine de chlorate de sodium. L'effluent de l'usine, constitué des purges des tours de refroidissement et des eaux de ruissellement du terrain, est rejeté dans la rivière Magog, en aval du ruisseau Rouge, à partir d'un émissaire submergé.

1.2.6 Sources de contamination du ruisseau Rouge

Le ruisseau Rouge, qui rejoint la rivière Magog en aval du régulateur Saint-Patrice, est alimenté au niveau du parc industriel par deux fossés de drainage longeant la voie ferrée. L'un, situé à l'ouest du ruisseau, passe à proximité d'un ancien poste électrique et l'autre, à l'est, longe le terrain d'un récupérateur de ferraille encore en exploitation. Le ruisseau Rouge reçoit également la décharge de l'égout pluvial du parc industriel, un peu en amont du récupérateur de ferraille.

L'ancien poste électrique se trouve à l'extrémité nord-est du terrain abritant les installations du garage municipal. Il est situé le long de la rue Édouard Est et son fossé longe une voie ferrée de la compagnie Chemin de fer du Québec Sud. Le terrain occupe une superficie de 1000 m² et on y trouve, entre autres, un petit bâtiment, des structures métalliques de soutien des anciens transformateurs électriques (partie ouest-nord-ouest), une aire d'entreposage pour les piles de poteaux en bois traité (partie centrale) et quelques équipements électriques inutilisés tels que des transformateurs (surtout dans la partie est-sud-est).

La plateforme du poste est relativement plane, alors que le profil régional affiche une faible pente en direction est, laquelle correspond à la direction préférentielle d'écoulement des eaux de surface et souterraines de ce secteur de la ville. Ces eaux s'écoulent fort probablement vers la rivière Magog, située dans cette direction, et ce, à quelque 500 m du poste. Un fossé de surface, orienté dans l'axe est-nord-ouest, longe actuellement le côté sud-est de l'ancien poste électrique. Ce fossé, dont la profondeur atteint près de trois mètres par endroits, recueille probablement la majeure partie des eaux de ruissellement provenant de cette parcelle de terrain (Lacasse, 2002).

Le fossé de drainage reçoit les eaux de ruissellement du terrain d'un récupérateur de ferraille. Divers matériaux métalliques ferreux et non ferreux y sont entreposés, en vue d'être revalorisés : presses d'imprimerie, résidus de production de pièces d'automobiles, diverses retailles métalliques. Les caractéristiques et les quantités de matériaux entreposés varient considérablement d'une année à l'autre et selon les saisons.

1.3 Utilisation du territoire

Le lac Magog a une vocation importante de tourisme, de récréation et de villégiature. Les attraits touristiques couvrent une gamme variée d'activités : on y pratique notamment la baignade, la navigation, le canot, la pêche et la chasse à la sauvagine (ministère de l'Environnement, 1999). Le lac sert également de réservoir pour l'eau potable et on y trouve des activités agricoles à proximité. Les bovins de boucherie et les bovins laitiers représentent respectivement 40 % et 48 % des élevages du bassin versant de la rivière Magog et du lac Magog. Plus de 75 % des terres en culture et de pâturage et plus de 83 % des élevages sont situés dans la partie sud de la rivière Magog, ainsi qu'au sud du lac Magog, dans les municipalités du Canton de Magog et de Sainte-Catherine-de-Hatley (Navert, 1992).

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 Emplacement des stations d'échantillonnage

Les différents travaux réalisés de 1997 à 2001 ont permis de repérer plusieurs sources de rejet de BPC vers la rivière Magog. L'emplacement des différentes stations d'échantillonnage apparaît aux figures 2.2, 2.3 et 2.4. La figure 2.2 présente la localisation des sources susceptibles de rejeter des BPC vers la rivière Magog. Les figures 2.3 et 2.4 présentent l'emplacement des stations d'échantillonnage du ruisseau Rouge et des deux fossés de drainage se déversant dans celui-ci.

2.2 Mesure de débit

2.2.1 Eau de surface

2.2.1.1 Ruisseau Rouge

Le ruisseau Rouge est canalisé à la jonction de la voie ferrée, à l'aide de deux ponceaux métalliques d'un diamètre de 3,66 mètres (figure 2.1). L'écoulement y est parfois rapide, notamment au printemps ou en période de fortes précipitations, limitant ainsi l'installation de dispositifs de mesure de débit. Pour ces raisons, le recours au débitmètre ISCO à cinémométrie d'air, modèle 4250, s'est avéré un choix intéressant et économique.

Figure 2.1
Vue des deux ponceaux du ruisseau Rouge



Figure 2.2 Localisation des sources susceptibles de rejeter des BPC vers la rivière Magog

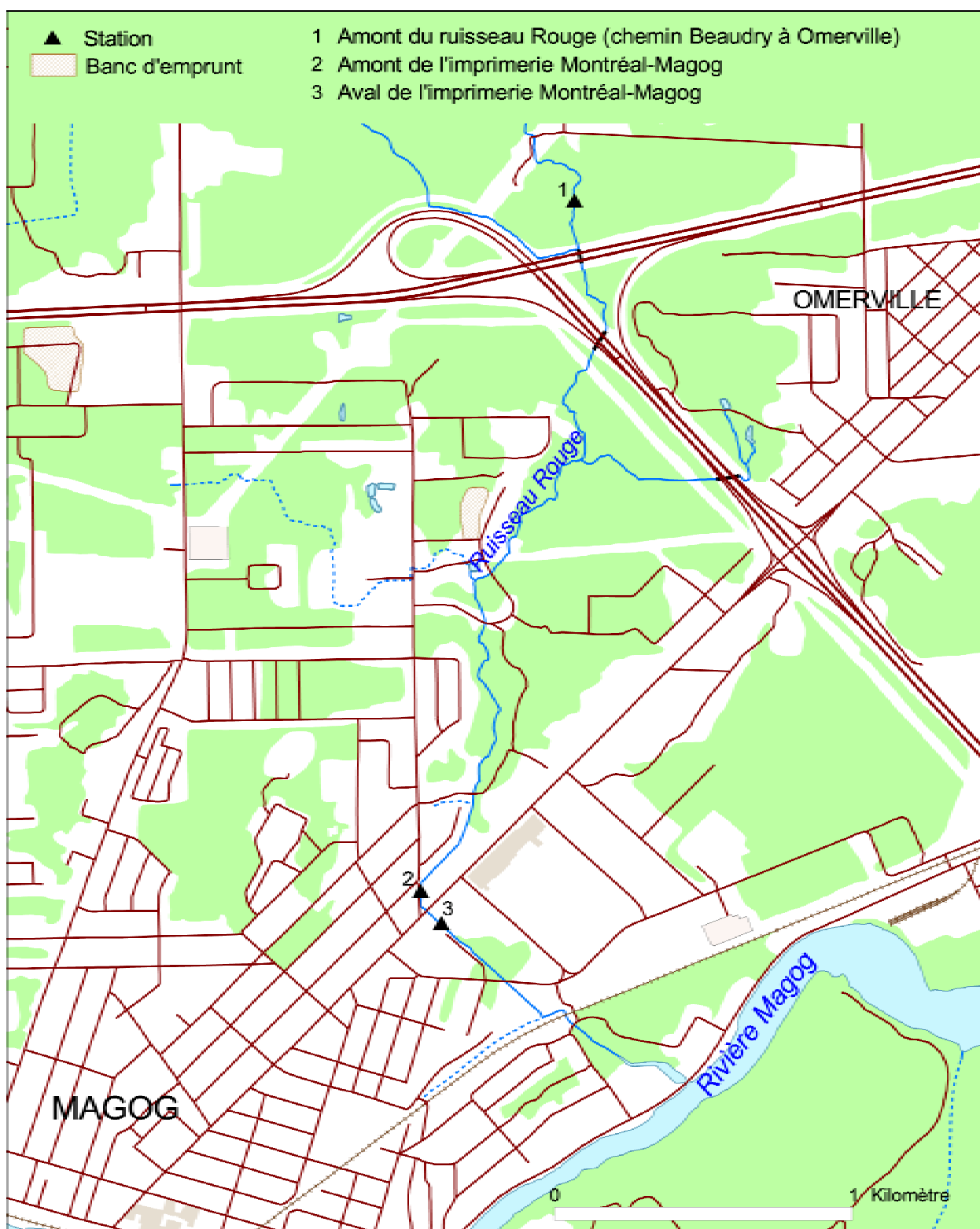
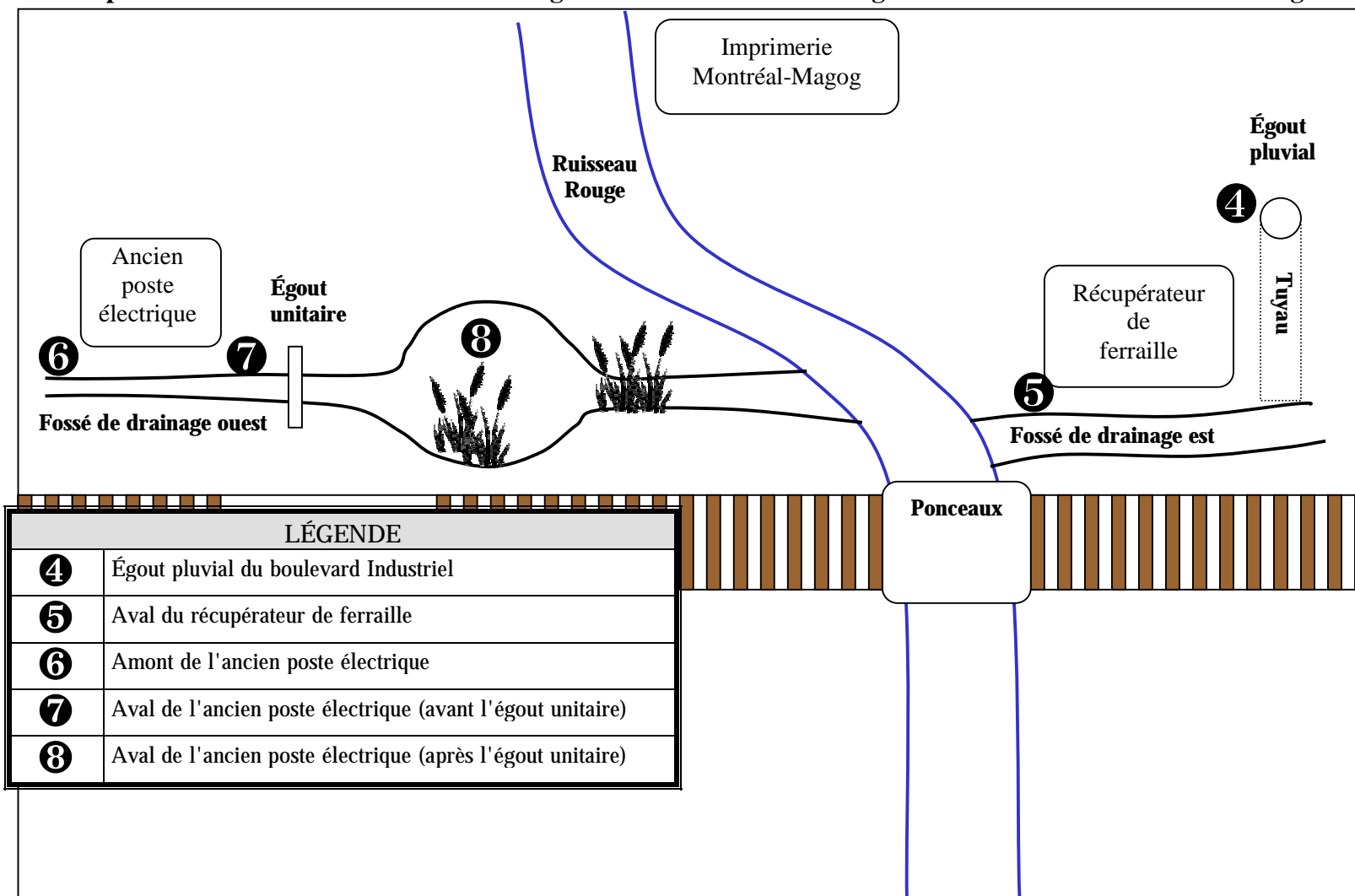
Figure 2.3 Emplacement de certaines stations d'échantillonnage du ruisseau Rouge

Figure 2.4
Emplacement des stations d'échantillonnage des deux fossés de drainage se déversant dans le ruisseau Rouge



Afin de faciliter l'installation du système de mesure du débit, les sédiments accumulés au fond des ponceaux ont été retirés en 1999 à l'aide d'une rétrocaveuse. Un muret, formé des sédiments excavés, a été aménagé à l'entrée et à la sortie d'un des ponceaux, déviant ainsi la totalité des eaux du ruisseau Rouge vers le second ponceau. Une sonde permettant la mesure en continu de la vitesse et de la hauteur d'eau a été fixée à la paroi métallique de ce ponceau à l'aide de serre-joints.

Les installations de mesure de débit se sont avérées adéquates lors des deux premiers essais en 1999, le débit du ruisseau étant relativement faible. Toutefois, lors du dernier prélèvement, le muret n'a pas été en mesure de retenir la totalité des eaux du ruisseau en période de pluie abondante. Dès lors, le débit, relativement semblable dans les deux ponceaux, a été estimé en multipliant par deux la mesure obtenue à partir de la sonde placée dans l'un des ponceaux. Les sédiments accumulés ont par la suite été retirés afin de permettre un écoulement plus uniforme du ruisseau dans chacun des ponceaux. Les débits pour l'année 2000 ont été estimés de la même façon.

En 1999, un débitmètre a été installé au ruisseau Rouge uniquement lors des journées d'échantillonnage. Une surveillance continue (24 heures) des équipements a été effectuée pendant la période d'échantillonnage. Par contre, durant l'année 2000, le débitmètre a été placé en continu d'avril à septembre. Les équipements de mesure de débit ont toutefois été retirés du 23 juillet au 12 septembre en raison d'un trop faible débit du ruisseau. Cette démarche a nécessité l'extraction des données d'enregistrement à toutes les semaines. Le début de la journée, pour la mesure du débit en continu, a été établi à 8 h. Cependant, les mesures de débit pour les journées d'échantillonnage ont été évaluées sur une période de 14 h à 14 h à partir des enregistrements numériques obtenus du débitmètre. Pour certaines journées, cette évaluation n'a pas été possible en raison des conditions particulières (débit trop élevé) et de la capacité de mémoire limitée du débitmètre.

2.2.2 Eaux usées municipales

2.2.2.1 Station d'épuration de Magog

La station d'épuration de Magog reçoit les eaux domestiques des résidences et commerces, mais également les eaux usées industrielles déversées au réseau d'égout municipal. De plus, les boues produites par le traitement des eaux usées provenant de l'usine de textiles C.S. Brooks Canada inc. y sont acheminées pour être déshydratées. La station d'épuration a fait l'objet d'une campagne d'échantillonnage en 1997. Les points de prélèvement suivants ont été retenus : affluent, effluent et filtrat du filtre-pressé. Cette campagne a fait l'objet d'un rapport distinct (Hamel et Leclerc, 1997a).

Les relevés de mesure de débit ont été fournis par la station d'épuration de Magog. La mesure de débit de l'effluent a été effectuée à l'aide d'une plaque déversoir rectangulaire de 850 mm de largeur. Une sonde permet la prise des données du niveau des eaux rejetées à la rivière Magog et la transmission se fait à distance à un enregistreur muni d'un totaliseur.

2.2.2.2 Régulateur Saint-Patrice

Le réseau d'égout de la ville de Magog compte 19 ouvrages de surverse. Le régulateur Saint-Patrice a retenu l'attention, car plus de la moitié des eaux usées municipales, acheminées à la station d'épuration, y transitent.

La mesure du volume des eaux usées dirigées vers la rivière Magog en période de débordement, à partir du régulateur Saint-Patrice, pose une contrainte particulière en raison des risques de refoulement dans le réseau d'égout municipal. Des recherches ont été entreprises afin de localiser les installations de mesure de débit les plus appropriées.

Le régulateur Saint-Patrice reçoit une partie des eaux usées de la ville de Magog ainsi que les eaux de procédé des établissements situés dans le parc industriel. Ces eaux sont dirigées vers le régulateur à partir de trois conduites distinctes de 1067 mm, 1219 mm et 914 mm, respectivement. Les eaux usées provenant de ces différentes conduites sont combinées en amont du régulateur et sont acheminées vers celui-ci par une conduite de 1524 mm.

Les eaux usées qui transitent par le régulateur sont déversées dans une conduite de 610 mm et sont dirigées vers la station d'épuration. Une conduite d'égout domestique de 457 mm contourne le régulateur et rejoint la conduite de 610 mm. Toutefois, à l'intérieur du régulateur, les eaux usées sont réparties dans deux chambres au moyen d'une conduite de 305 mm. Lorsque la capacité de la chambre de régulation est atteinte, notamment en période de pluie, les eaux usées sont déversées vers la rivière Magog par une conduite de 1524 mm. La figure 2.5 montre le cheminement des eaux usées à proximité et à l'intérieur du régulateur Saint-Patrice.

Deux portes de 914 mm de diamètre permettent l'évacuation des eaux usées vers la rivière. Il faut préciser que la conduite de 1524 mm dirigeant les eaux usées vers la rivière Magog est continuellement submergée, rendant difficile la mesure du débit à cet endroit. Enfin, la hauteur de la rivière module l'ouverture des portes dans le régulateur.

Pour mesurer le volume des eaux usées déversées dans la rivière Magog en période de pluie, il a été convenu de mesurer le débit dans la conduite de 1524 mm en amont du régulateur et celui dans la conduite de 305 mm à l'intérieur du régulateur. La différence des mesures de débit quotidien à ces endroits devrait correspondre au volume des eaux usées évacuées vers la rivière en période de débordement.

Deux débitmètres à cinémométrie d'air de marque ISCO, modèle 4250, ont été nécessaires pour chacune de ces conduites (figure 2.6). La mesure du débit provient d'une sonde installée au fond de la conduite et qui mesure en continu la hauteur et la vitesse des eaux usées. Des plaques de montage ont permis de fixer la sonde aux parois des conduites. Une vérification de la hauteur transmise par la sonde a été effectuée fréquemment lors des travaux réalisés en 2000.

Figure 2.5
Représentation du régulateur Saint-Patrice et du réseau d'égout à proximité

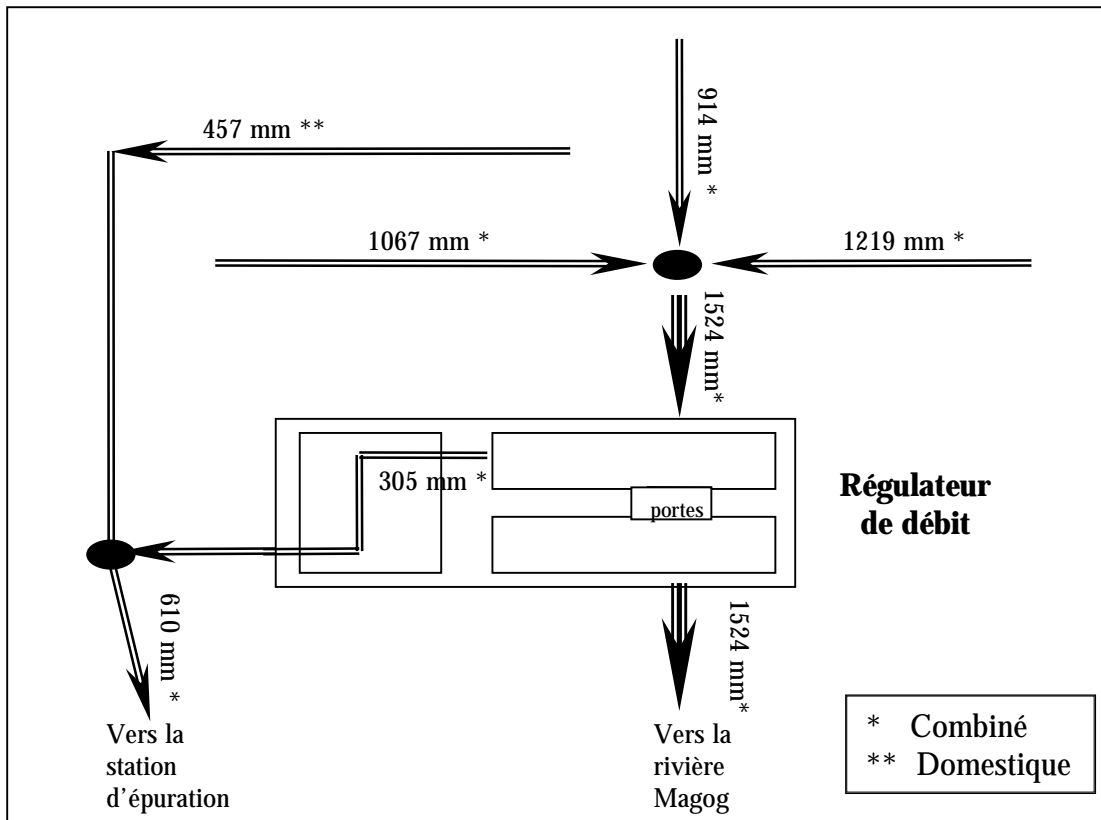


Figure 2.6
Débitmètres ISCO placés au régulateur Saint-Patrice



Le débitmètre ISCO est muni d'un processeur permettant l'enregistrement des informations pendant plusieurs jours. Pour chaque journée, on peut obtenir un tableau et un graphique des données d'enregistrement permettant une évaluation du débit par période ou par heure. Cet appareil fournit une mesure fiable du débit à l'intérieur d'une conduite fermée tout en évitant le refoulement des eaux usées à l'intérieur du réseau d'égout.

En raison notamment de l'accumulation de sable et d'autres sédiments au-dessus de la sonde qui se trouve à l'extrémité de la conduite de 1524 mm située en amont, aucune mesure de débit n'a pu être obtenue dans cette conduite en 1999. Des corrections ont été apportées afin d'évaluer l'apport des débordements à partir du régulateur Saint-Patrice. Le repositionnement de la sonde a permis la récolte de mesures de débit pour l'année 2000. De plus, la sonde a été fixée sur le côté de la paroi de la conduite, à une distance d'environ 11,5 cm par rapport au fond de la conduite.

Une évaluation du volume de chaque événement de débordement a été effectuée pendant la période d'étude en 2000. Cette mesure permet d'obtenir non seulement la quantité de BPC rejetés lors de débordement des eaux usées, mais également le volume des eaux usées déversées dans la rivière Magog pendant cette période. En raison de difficultés techniques, la période d'évaluation n'a pu débuter avant le 19 avril 2000 pour le régulateur Saint-Patrice.

2.2.2.3 Régulateur McPherson

Une attention plus particulière a été apportée, depuis 1998, au débordement d'eaux usées municipales à partir du régulateur McPherson. Il arrive occasionnellement que la conduite en aval du régulateur soit obstruée en raison de l'accumulation de graisses, provoquant un refoulement des eaux usées jusqu'au régulateur. Ce refoulement provoque le rejet d'eaux usées vers le ruisseau Rouge lorsque la capacité de la chambre de rétention est atteinte. Comme il a été démontré en 1997, il arrive à certaines occasions que des eaux usées municipales soient déversées à partir du régulateur McPherson dans le ruisseau Rouge (Hamel et Leclerc, 1997a). L'objectif était de déterminer la fréquence des débordements d'eaux usées vers le ruisseau Rouge, le volume de ces eaux ainsi que leur teneur en BPC.

Le régulateur McPherson reçoit les eaux usées résidentielles d'un secteur de la ville de Magog et une partie des eaux de procédé des établissements du parc industriel. Pour mesurer le volume des eaux usées rejetées au ruisseau Rouge à partir du régulateur McPherson, une ouverture triangulaire de 45° a été pratiquée sur la paroi de la chambre de régulation, correspondant ainsi à un déversoir triangulaire. Un débitmètre de marque Manning a été installé en 1998 pour mesurer le volume des eaux usées rejetées au ruisseau Rouge. Un débitmètre ISCO bulle à bulle, modèle 3230, a permis de mesurer, pour les années 1999 et 2000, la hauteur d'eau dans la chambre, laquelle est convertie par la suite en débit.

2.2.3 Effluent de l'usine de textile C.S. Brooks Canada inc.

En 1995, une caractérisation au sein de l'usine de textile C.S. Brooks Canada inc. a démontré la présence de BPC dans les eaux de procédé et dans l'effluent de cet établissement industriel (Croteau, 1996). Cela explique que l'effluent de l'usine de textile C.S. Brooks inc. ait fait l'objet de prélèvements à l'automne 1999 et au printemps 2000.

La compagnie C.S. Brooks Canada inc. dispose d'équipements de traitement des eaux usées de procédé et domestiques provenant de l'exploitation de l'usine de textile. Dans le cadre du programme de suivi exigé par le ministère de l'Environnement, l'entreprise s'est dotée d'installations de mesure de débit et d'échantillonnage.

Le débit de l'effluent de l'usine de textile C.S. Brooks Canada inc. a été mesuré à partir d'un canal Parshall de 457 mm (18 pouces) de largeur. Ce dernier a été relié à un débitmètre bulle à bulle de marque ISCO, modèle 3230 (Croteau, 1995).

2.3 Échantillonnage de l'eau

Avant 1999, tous les échantillons d'eau soumis aux fins d'analyse des BPC ont été recueillis et envoyés au laboratoire dans des bouteilles en verre ambré d'un litre, en duplicata. Les analyses ont été effectuées à partir de prélèvements de 500 ml. Les résultats des différents prélèvements effectués étaient satisfaisants, mais la limite de détection élevée laissait un doute quant aux conclusions à en tirer.

Afin de pallier cette difficulté, une nouvelle technique d'échantillonnage à grand volume a été utilisée. Les échantillons soumis étaient recueillis dans des cuves en acier inoxydable (Spartanburg) d'une capacité de 17,85 litres chacune. Au total, trois cuves étaient recueillies par échantillon. Cette nouvelle procédure, par grand volume, comporte comme avantage d'abaisser considérablement le niveau de détection des différents congénères de BPC (inférieur à 1 pg/L par congénère), améliorant ainsi la précision du résultat d'analyse de l'échantillon soumis.

Toutefois, cette méthode est réservée au prélèvement d'eau de surface ou d'un effluent traité biologiquement. Par conséquent, elle ne peut pas être utilisée dans le cas des eaux usées municipales ou des eaux trop chargées de matières en suspension et autres contaminants. Ainsi, l'effluent et l'affluent de l'usine de textile C.S. Brooks Canada inc., l'effluent de la station d'épuration de la ville de Magog et les différents prélèvements effectués au ruisseau Rouge ont été analysés à partir de grands volumes d'échantillon. Les autres échantillons (régulateur Saint-Patrice, régulateur McPherson et fossés de drainage) ont été analysés à partir de prélèvements de 500 ml.

Les prélèvements d'eau de 500 ml étaient déposés dans une glacière et tous les échantillons, y compris les échantillons à grand volume, étaient expédiés le soir pour réception dans les vingt-quatre heures au Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ), laboratoire de Laval.

2.3.1 Eau de surface

2.3.1.1 Ruisseau Rouge

Des traces de BPC avaient été retrouvées dans les sédiments du ruisseau Rouge en 1996; dès lors, on le soupçonnait de véhiculer des BPC vers la rivière Magog. Ce ruisseau reçoit par ailleurs les

eaux de deux fossés de drainage et, un peu plus en amont de ceux-ci, il longe une imprimerie, tous ces sites pouvant constituer des sources de rejet de BPC.

Au total, trois échantillons par grand volume ont été prélevés en 1999 dans le ruisseau Rouge, en aval des fossés de drainage, durant une période consécutive de 24 heures. Les prélèvements ont débuté à des heures différentes afin de tenir compte des conditions atmosphériques particulières. Ils ont été faits du 25 au 26 août 1999 (par temps ensoleillé), du 7 au 8 septembre 1999 (par temps pluvieux) et du 16 au 17 septembre 1999 (lors d'une pluie abondante).

Les échantillons d'eau ont été prélevés au moyen d'une pompe péristaltique de marque Masterflex, laquelle était couplée à une minuterie permettant le prélèvement de 360 ml à toutes les dix minutes. Le prélèvement était effectué à partir d'un tube en acier inoxydable d'un diamètre de 3,2 mm et d'une longueur de 11 mètres, rejoignant le ruisseau Rouge.

Cinq prélèvements d'eau par grand volume ont également été faits, au même endroit, pendant la période d'étude qui s'est étendue du début d'avril jusqu'à la fin de septembre 2000. Le début de la période d'échantillonnage a été fixé à 14 h en raison des contraintes occasionnées par le changement des cuves. Les échantillons ont été prélevés selon le temps à l'aide d'un échantillonneur ISCO, modèle 3700, sur une période de 24 heures. Un tel échantillonneur peut fonctionner de façon autonome à l'aide de batteries rechargeables 12 volts de type acide-plomb. Au total, 360 ml étaient recueillis toutes les 10 minutes dans une cuve Spartanburg à l'aide d'un tuyau de téflon de 9,5 mm de diamètre. En tout, trois cuves étaient remplies par échantillons et maintenues à environ 4 °C à l'aide de glace pendant toute la durée du prélèvement.

La même année, des échantillons instantanés ont été prélevés par grand volume dans le ruisseau Rouge aux trois endroits suivant : à l'extrémité du chemin Beaudry (Omerville) ainsi qu'en amont et en aval d'une imprimerie.

2.3.1.2 Fossé de drainage longeant un ancien poste électrique

Un ancien poste électrique à Magog a servi pendant plusieurs années à l'entreposage de transformateurs et de condensateurs électriques. Un entreposage non conforme de ces équipements électriques, dont certains renfermaient de l'huile contaminée par les BPC, a amené une contamination des sols et de l'eau souterraine. Pour ces raisons, le fossé de drainage a été échantillonné en 2000 afin de préciser s'il contribuait à la contamination du ruisseau Rouge par les BPC.

L'échantillonnage du fossé de drainage longeant l'ancien poste électrique a été effectué à trois endroits, soit : en amont de l'ancien poste, en aval du poste avant l'égout unitaire et en aval après l'égout unitaire dans un petit marais. Les prélèvements, effectués après de fortes précipitations, ont été faits le 26 juin (uniquement en aval après l'égout unitaire), le 9 août et le 18 octobre 2000.

Fait important à noter, deux techniques d'échantillonnage différentes ont été utilisées. Lors des prélèvements effectués le 26 juin et le 9 août, les sédiments ont été brassés au préalable avant la prise des échantillons. Par contre, pour ceux du 18 octobre, on a recueilli uniquement l'eau de surface en prenant soin de ne pas soulever de sédiments.

2.3.1.3 Fossé de drainage près du terrain d'un récupérateur de ferraille

Une entreprise de récupération de matériel ferreux et non ferreux exerce ses activités près d'un fossé de drainage à l'est du ruisseau Rouge. Des transformateurs ou des anciennes presses d'imprimerie ont déjà été entreposés à aire ouverte dans la cour. Ce fossé de drainage qui se jette dans le ruisseau Rouge a été échantillonné en 2000, puisque le terrain de cette entreprise constitue une source possible de rejet de BPC.

Un prélèvement instantané, par grand volume, a eu lieu le 3 juillet 2000, après une pluie abondante, dans l'égout pluvial du boulevard Industriel en amont du récupérateur de ferraille. Ce même jour et le 18 octobre, des prélèvements de 500 ml ont été effectués dans le fossé de drainage près de cette entreprise.

2.3.2 Eaux usées municipales

Les eaux usées municipales de Magog renferment des BPC à des teneurs significatives. Ainsi, la station d'épuration et deux régulateurs ont fait l'objet d'études plus approfondies en 1999 et en 2000.

2.3.2.1 Station d'épuration de Magog

Au mois de juin 2000, des prélèvements à grand volume ont été effectués à deux reprises à l'effluent de la station d'épuration. À cette fin, un échantillonneur ISCO, modèle 3700, a été utilisé. Les conditions de prélèvement étaient les mêmes que pour les prélèvements effectués au ruisseau Rouge (section 2.3.1.1).

2.3.2.2 Régulateur Saint-Patrice

Un échantillonneur de marque ISCO, modèle 3700, a été installé au régulateur Saint-Patrice afin de permettre le prélèvement d'eaux usées municipales en période de pluie. Cet équipement assure le prélèvement d'un échantillon proportionnellement au débit des eaux usées ou au temps, et ce, à partir de différentes hauteurs du niveau d'eau dans la chambre de régulation.

L'absence de mesures adéquates de débit a empêché le prélèvement d'échantillons d'eaux usées en 1999. Toutefois, un prélèvement (composé proportionnellement au temps) en période de fortes précipitations a été effectué afin d'évaluer la teneur en BPC des eaux usées municipales.

Des correctifs ont été apportés à l'automne 1999 pour résoudre la problématique de mesure du débit dans la conduite en amont (voir section 2.2.2.2). Quatre prélèvements ont été effectués au régulateur Saint-Patrice en 2000. Environ 200 ml d'eaux usées étaient prélevés en période de débordement à toutes les dix minutes, dans une bouteille en verre d'une capacité de 10 litres. La période de débordement était affectée par le niveau d'eau dans la chambre de régulation. Le tuyau d'amenée d'un diamètre de 9,5 mm (3/8 de pouce) était en téflon et muni d'une crépine en acier inoxydable. L'échantillon était ensuite récolté dans deux bouteilles de un litre et transporté dans une glacière.

2.3.2.3 Régulateur McPherson

Un échantillonneur de marque Manning a été installé du 15 septembre au 27 novembre 1998. En 1999, un échantillonneur ISCO, modèle 3700, permettait le prélèvement proportionnellement au débit des eaux usées déversées à partir du régulateur McPherson. Le premier débordement s'est étendu sur une période de cinq jours et un échantillon, composé sur une période de 24 heures, a été recueilli. Le second résulte du passage de l'ouragan Floyd. Pour cet échantillon composé, 150 ml ont été récoltés tous les 5 m³ d'eaux usées déversées dans le ruisseau Rouge. Tous les prélèvements étaient recueillis dans une tourie en verre. Par contre, aucun prélèvement n'a été obtenu durant la période d'étude de la mi-mai jusqu'à la fin de septembre 2000.

2.3.3 Effluent de l'usine de textile C.S. Brooks Canada inc.

Des prélèvements par grand volume ont été réalisés du 28 au 29 septembre 1999 à l'eau d'alimentation et du 29 au 30 septembre 1999 à l'effluent de l'usine de textile C.S. Brooks Canada inc.. En raison de ses caractéristiques (type toxique), la pompe péristaltique Masterflex et ses équipements périphériques (voir section 2.3.1.1) ont été utilisés pour le prélèvement des échantillons.

Des prélèvements ont été effectués à la fin de mai de l'année 2000 aux mêmes sites d'échantillonnage. Les échantillons ont été prélevés par grand volume, sur une période consécutive de 24 heures, à l'aide d'un échantillonneur ISCO, modèle 3700, de la façon rapportée à la section 2.3.1.1.

2.4 Échantillonnage de sols

Quatre forages verticaux (TF7 à TF10) ont été réalisés par S.M. Environnement (Lacasse, 2002) à l'intérieur de l'emprise du poste et plus précisément au droit de l'aire d'entreposage des transformateurs. L'emplacement de ces forages est illustré à la figure 2.7. Ces travaux ont été effectués à l'aide d'une foreuse à tarières évidées afin d'éviter la modification physicochimique des sols et de l'eau souterraine. Pour recueillir des quantités suffisantes de sol, un carottier fendu préalablement et décontaminé, avec un diamètre extérieur de 63 mm, a été utilisé. Pour chacun des forages, deux échantillons ont été prélevés à des profondeurs qui ont atteint un maximum situé entre 1,70 m et 2,40 m. Dans la partie sud-ouest (TF9 et TF10), le prélèvement des sols a été effectué à partir de 1,20 m, équivalant à la profondeur des travaux d'excavation réalisés lors de la restauration du terrain en 1997. Du côté sud-est du poste (TF7 et TF8), les échantillons de la couche supérieure ont été recueillis à des profondeurs variant entre 0,6 et 1,1 m, tandis que les sols les plus profonds ont été prélevés à des profondeurs variant de 1,1 à 1,7 m.

De plus, des prélèvements ont été effectués dans le fossé et dans le talus longeant l'ancien poste électrique, ce dernier étant formé de matériaux de déblai issus des travaux de reprofilage du fossé réalisés à l'automne 2000. Au total, 12 sondages à la tarière manuelle ont été réalisés et ont été combinés par secteur afin de former 4 échantillons : deux provenant du fossé et deux autres, du talus composé de matériaux de déblai. À tous ces endroits, des sols de surface ont été prélevés (jusqu'à une profondeur de 300 mm).

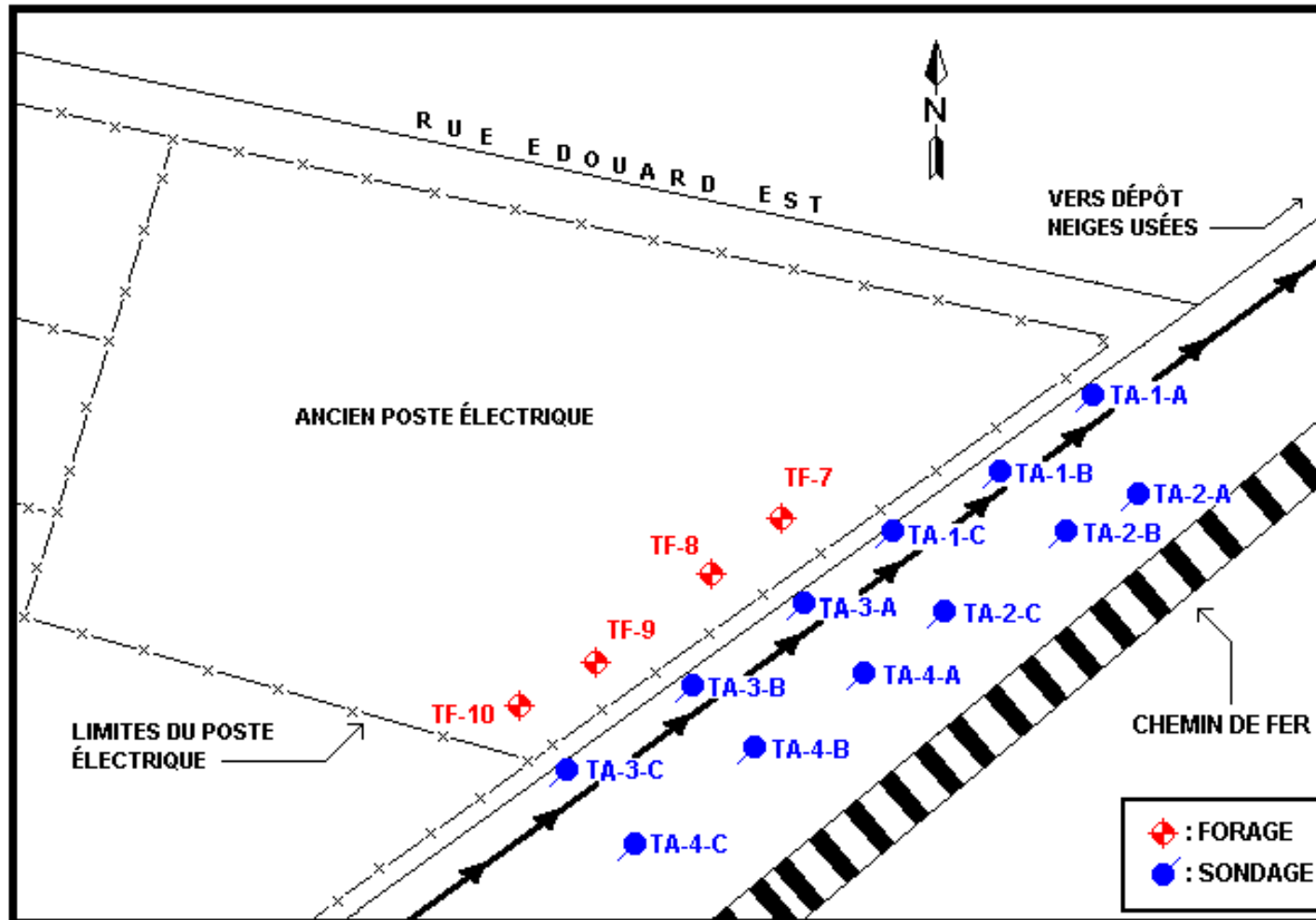
Les procédés d'échantillonnage utilisés sont ceux que décrit le *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales, cahier 5*, publié par le ministère de l'Environnement et de la Faune. Tous les échantillons ont été placés dans des contenants de verre et recouverts d'une pellicule opaque afin d'éviter toute altération causée par la lumière. Ils ont été insérés dans une glacière, puis envoyés au Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec.

2.5 Méthode analytique

Tous les échantillons d'eaux usées, d'eaux de surface et de sols ont été analysés à partir d'une méthode comportant l'utilisation d'un chromatographe en phase gazeuse couplé à un spectromètre de masse à haute résolution (GC-MSHR). Même si cette méthode analytique donne les teneurs individuelles de 40 congénères spécifiques, seule la somme des congénères de BPC a été prise en compte dans cette étude. Toutes les analyses ont été effectuées au Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, laboratoire de Laval.

Le dosage des BPC dans l'eau de surface peut être effectué à partir d'échantillons de 500 ml ou par grand volume (de 18 à 53 litres). La procédure de prélèvements par grand volume a été privilégiée, principalement en raison de la très faible limite de détection obtenue. Les annexes 3 et 4 présentent la méthode analytique utilisée, les limites de détection ainsi que les caractéristiques des divers prélèvements effectués.

Figure 2.7
Emplacement des forages et des sondages effectués à l'ancien poste électrique



3. PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

Le lecteur trouvera à l'annexe 5 un résumé des principales informations relatives aux propriétés physico-chimiques, toxicologiques et écotoxicologiques des biphényles polychlorés.

3.1 Résultats des années 1997 et 1998

3.1.1 Usine de textile C.S. Brooks Canada inc.

En 1995, une caractérisation de l'effluent (eaux usées traitées) de l'usine de textile C.S. Brooks Canada inc. a été réalisée afin d'évaluer son impact sur la rivière Magog. Parallèlement à cette campagne, l'affluent et l'effluent de la station d'épuration, qui reçoit les eaux de procédé et les eaux domestiques de l'usine de textile, ont été analysés pour déterminer leur teneur en BPC. Le tableau 3.1 présente une synthèse des résultats obtenus. La quantité de BPC rejetés a été en moyenne de 6,8 mg par jour. Ces résultats ont permis de confirmer la présence de BPC dans les eaux de procédé et dans l'effluent de cet établissement industriel.

Tableau 3.1
Débits, teneurs et charges de BPC rejetés à l'affluent et à l'effluent
de la station d'épuration de C.S. Brooks Canada inc.

Date	Débit (m ³ /d)	Teneur de l'affluent (pg/L)	Teneur de l'effluent (pg/L)	Charge rejetée (mg/d)
1995-09-11	7741	-	1040	8,1
1995-09-13	8826	2080	600	5,3
1995-09-22	8800	-	790	7,0

Source : Croteau (1996).

À la suite de ces analyses, l'entreprise a effectué des recherches afin d'identifier la provenance des BPC dans son procédé de fabrication. Les résultats des démarches effectuées ont confirmé la présence de BPC dans une solution du département de la teinturerie et différentes mesures ont été prises afin d'en limiter le rejet.

3.1.2 Station d'épuration de Magog

Une campagne d'échantillonnage a été effectuée en juin 1997 afin de déterminer la teneur en BPC de l'affluent et de l'effluent de la station d'épuration de Magog. Les résultats obtenus ont révélé que les eaux usées entrant à la station d'épuration renferment des BPC à des teneurs significatives (environ 13 000 pg/L). Pendant les trois jours de la campagne, 195 mg de BPC par jour, en moyenne, ont été acheminés vers la station d'épuration en provenance du réseau d'égout municipal (Hamel et Leclerc, 1997a). Le tableau 3.2 présente les quantités de BPC acheminés vers les ouvrages municipaux d'assainissement et rejetés dans la rivière Magog.

La quantité de biphényles polychlorés rejetés par la station d'épuration municipale à la rivière Magog est d'environ 7 mg par jour. Le pourcentage d'enlèvement des BPC par les ouvrages d'assainissement s'établit à plus de 96 %, confirmant ainsi la tendance des BPC à se fixer aux matières en suspension (Hamel et Leclerc, 1997a).

Les boues provenant du traitement des eaux usées de l'usine de textile C.S. Brooks Canada inc. sont acheminées à la station d'épuration de la ville de Magog pour être déshydratées. Les eaux provenant de la déshydratation des boues sont dirigées en amont du traitement biologique. Environ 4 % de la quantité de BPC mesurée dans l'affluent de la station d'épuration proviendrait des boues de la compagnie C.S. Brooks Canada inc. (Hamel et Leclerc, 1997a).

Tableau 3.2
Charges journalières de BPC mesurée à l'affluent et à l'effluent de la station d'épuration de Magog

Jour	Affluent (mg/d)	Filtrat du filtre à bande Gray⁷ (mg/d)	Effluent (mg/d)
1997/06/17	171,2	9,6	6,75
1997/06/18	225,4	4,1	6,89
1997/06/19	189,4	13,0	7,46
Moyenne	195,3	8,9	7,0

Source: Hamel et Leclerc (1997a), p. 19.

Le réseau d'égout de la ville de Magog compte 19 ouvrages de surverse. Lors de cette campagne, une attention particulière a été portée à deux régulateurs du réseau d'égout municipal : le régulateur Saint-Patrice et le régulateur McPherson. Ces derniers reçoivent les eaux usées de l'ensemble des établissements situés dans le parc industriel. Un enregistreur d'événements a été installé de façon temporaire sur le trop-plein du régulateur McPherson. Les résultats obtenus ont montré que des eaux usées municipales étaient déversées dans le ruisseau Rouge à partir du régulateur McPherson à certaines occasions (Hamel et Leclerc, 1997b).

3.1.3 Autres sources de rejet de BPC dans le parc industriel

Des prélèvements ont été effectués en août 1997, par temps pluvieux, à différents endroits dans le parc industriel de Magog, notamment dans des fossés de drainage se déversant dans le ruisseau Rouge (Hamel et Leclerc, 1997b). Les stations d'échantillonnage ont été choisies en fonction de leur emplacement.

Les eaux usées rejetées dans le ruisseau Rouge à partir du régulateur McPherson (station 1) ont été analysées afin de déterminer leur teneur en BPC. Divers prélèvements ont été effectués à proximité du ruisseau Rouge (stations 2 à 4) afin de vérifier l'impact de certains terrains

⁷ Le filtre à bande Gray est utilisé pour la déshydratation des boues de traitement des eaux usées de l'usine de textile C.S. Brooks Canada inc.

municipaux ou industriels sur le réseau hydrographique environnant : celui d'un ancien poste électrique et celui d'une entreprise de récupération de ferraille.

Le tableau 3.3 présente les teneurs en BPC des quatre stations d'échantillonnage. Les résultats obtenus révèlent que les eaux municipales rejetées à partir du régulateur McPherson renferment des BPC. On en a également trouvé dans les eaux du fossé de drainage en aval de l'ancien poste électrique (station 2).

Par ailleurs, les résultats montrent que les eaux de ruissellement provenant du terrain du récupérateur de ferraille (station 3) sont contaminées par des BPC. La teneur mesurée à cet endroit est de beaucoup supérieure à celle que l'on trouve aux autres stations. Des BPC ont également été relevés dans le fossé est de drainage se déversant dans le ruisseau Rouge (station 4), mais ces derniers pourraient provenir du terrain du récupérateur.

Tableau 3.3
Teneurs en BPC de divers prélèvements effectués au régulateur McPherson et dans les fossés de drainage en 1997

Paramètre	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4
BPC (pg/L)	660 000	190 000	7 300 000	8 700

Station 1 : Trop-plein du régulateur McPherson.

Station 2 : Fossé ouest par rapport au ruisseau Rouge, en aval d'un ancien poste électrique

Station 3 : Eaux de ruissellement provenant du terrain d'un récupérateur de ferraille.

Station 4 : Fossé est par rapport au ruisseau Rouge, en amont du terrain du récupérateur de ferraille

Source : Hamel et Leclerc (1997b), p. 9.

3.1.4 Régulateur McPherson

À la suite des constatations effectuées lors de la campagne d'échantillonnage des eaux usées municipales effectuée en 1997 (voir section 3.1.2), il a été convenu de déterminer la quantité de BPC rejetée dans le ruisseau Rouge à partir du régulateur McPherson. À cet effet, un échantillonneur automatique et un débitmètre ont été installés à cet endroit. Plusieurs événements de débordement ont été observés au régulateur McPherson durant la période d'étude (environ deux mois) en 1998, mais seulement deux d'entre eux se démarquent. Le tableau 3.4 présente les résultats.

Les résultats obtenus montrent que la quantité de BPC déversée au ruisseau Rouge à partir du régulateur McPherson, lors de débordements, est comparable à celle de l'effluent de l'usine de textile C.S. Brooks Canada inc. et de l'effluent de la station d'épuration de la ville de Magog. Toutefois, le nombre d'événements de débordement au cours de cette période – deux épisodes en plus de deux mois – laisse croire que cette source est peu significative.

Tableau 3.4
Débits, teneurs et charges des eaux usées rejetées à partir
du régulateur McPherson en 1998

Date	Débit (m ³)	Teneur en BPC (pg/L)	Charge (mg)
1998-11-23	538	13 000	7,0
1998-11-27	697	13 000	9,1

3.1.5 Régulateur Saint-Patrice

Un enregistreur d'événements a été installé en octobre 1998, par la Ville de Magog, au régulateur Saint-Patrice afin de déterminer les périodes de débordement d'eaux usées vers la rivière Magog. Un relevé des événements de débordement a été effectué par la municipalité à chaque semaine. Le rapport fait état d'environ dix événements entre le 28 octobre et le 7 décembre 1998.

Il faut considérer que plus de la moitié des eaux usées municipales, dirigées vers la station d'épuration, transitent par le régulateur Saint-Patrice. Ce dernier reçoit également les eaux de procédé des établissements situés à l'intérieur du parc industriel. Le débit moyen des eaux usées acheminées à la station d'épuration, par temps sec, est d'environ 15 000 m³ par jour. Selon les relevés des événements de débordement, et considérant la contamination des eaux usées municipales par les BPC (voir sections 3.1.2 et 3.1.4), le régulateur Saint-Patrice a été considéré comme une source potentielle de rejet de BPC vers la rivière Magog.

3.1.6 Ancien poste électrique

Des prélèvements du fossé de drainage longeant le terrain d'un ancien poste électrique ont été effectués au mois de mai 1997. Les résultats ont révélé la présence de BPC dans les eaux de ce fossé à des teneurs variant de 64 000 à 160 000 pg/L (Léonard, 1997).

Le poste, aujourd'hui désaffecté, a servi pendant plusieurs années à l'entreposage de transformateurs et de condensateurs électriques. Certains de ces équipements renfermaient de l'huile contaminée par des BPC. Un entreposage non conforme des équipements électriques a amené une contamination des sols (Hamel, 1997).

Une caractérisation des sols et de l'eau souterraine du poste électrique a été effectuée par S.M. Environnement en octobre 1997 (Grenier et Lacasse, 1997). Les résultats ont révélé que les sols en superficie étaient contaminés par des hydrocarbures pétroliers à certains endroits. Cette contamination se limite essentiellement aux sols situés dans l'aire d'entreposage des transformateurs électriques. Des fuites ou des déversements ponctuels d'huile diélectrique ont d'ailleurs été observés dans ce secteur (Hamel, 1997).

Les résultats obtenus ont montré une contamination par les BPC de l'eau sous-jacente à ce terrain. En effet, des BPC (10 000 à 16 000 pg/L) ont été mesurés dans deux des puits de forage. À la suite de cette étude, des travaux de restauration ont été réalisés à cet ancien poste électrique. Les

travaux ont nécessité l'enlèvement de 315 m³ de sols contaminés. Les sols excavés ont été dirigés vers le lieu d'enfouissement sanitaire Bestan dans le canton de Magog.

3.1.7 Terrain d'une entreprise de récupération de ferraille

Les résultats d'analyse des eaux de ruissellement provenant du terrain d'un récupérateur de matériaux ferreux et non ferreux situé dans le parc industriel ont révélé que celles-ci renferment des BPC à des teneurs significatives (7,3 µg/L). Afin de déterminer le degré de contamination de ce terrain, une caractérisation des sols et de l'eau de surface a été effectuée en mai 1998.

Les résultats indiquent que les sols en superficie du terrain et les eaux de surface renferment des hydrocarbures pétroliers et des BPC. Certains résultats excèdent le critère C de la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés (ministère de l'Environnement et de la Faune, 1998). La contamination se retrouve à plusieurs endroits, en raison notamment des différents entreposages de matériel. Les teneurs en BPC mesurées dans l'eau de surface varient de 78 µg/L à 21 mg/L (Hamel, 1998).

Les résultats obtenus tendent à démontrer que le terrain de cette entreprise de récupération constitue une source active de rejet de BPC vers la rivière Magog.

3.2 Résultats de l'année 1999

Jusqu'en 1999, les travaux réalisés ont consisté à rechercher les principales sources de rejet de BPC vers la rivière Magog et à évaluer leur niveau de contamination. Afin de comparer les différentes sources identifiées, une évaluation de la quantité de BPC rejetés vers la rivière Magog par chacune de ces sources a été réalisée en 1999. Aux fins de cette évaluation, les stations suivantes ont été retenues :

- le débordement d'eaux usées par les régulateurs Saint-Patrice et McPherson;
- l'effluent de l'usine de textile C.S. Brooks Canada inc.;
- le ruisseau Rouge.

Les résultats obtenus des prélèvements effectués en 1999 apparaissent au tableau 3.5.

3.2.1 Régulateur Saint-Patrice

Des conditions d'installation inadéquates de la sonde reliée au débitmètre (voir section 2.2.2.2), dans la conduite en amont du régulateur Saint-Patrice, ont fait en sorte qu'il n'a pas été possible d'obtenir, en 1999, le volume des eaux usées déversées dans la rivière Magog en période de débordement. Toutefois, un échantillon composé proportionnellement au temps, en période de débordement, a été prélevé; l'analyse de cet échantillon a révélé une teneur en BPC de 15 000 pg/L sur l'ensemble des congénères identifiés. Ce résultat est sensiblement identique à celui obtenu lors de l'analyse des eaux usées municipales en 1997 (Hamel et Leclerc, 1997a). Des corrections ont été apportées à l'automne 1999, permettant d'évaluer, à partir des équipements mis en place, le volume des débordements du régulateur Saint-Patrice.

Tableau 3.5
Teneurs et charges de BPC rejetés à la rivière Magog en 1999

Endroit	Début du prélèvement		Fin du prélèvement		Conditions atmosphériques	Précipitations (mm de pluie)	Débit (m ³ /d)	Teneur (pg/L)	Charge (mg/d)
	Date	Heure	Date	Heure					
Ruisseau Rouge	1999-08-25	9 h 00	1999-08-26	9 h 00	Ensoleillé	0	3560	13 000	46,3
Ruisseau Rouge	1999-09-07	20 h 30	1999-09-08	20 h 30	Nuageux avec averse Ciel variable	11,6	3740	11 000	41,1
Ruisseau Rouge	1999-09-16	16 h 00	1999-09-17	16 h 00	Pluie abondante Averses	89,4	200 000 ⁸	11 000	2 200
Régulateur McPherson ⁹	1999-08-16	8 h 00	1999-08-17	8 h 00	Ensoleillé	0	1398	14 000	19,6
Régulateur McPherson ⁸	1999-09-16	16 h 00	1999-09-17	16 h 00	Pluie abondante Averses	89,4	1238	2 200	2,7
Usine de textile C.S. Brooks Canada	1999-09-29	8 h 00	1999-09-30	8 h 00	Ne s'applique pas	S. O.	7813	740 ¹⁰	5,8

⁸ Débit estimé à partir du débit mesuré dans un des deux ponceaux (> 100 000 m³ pour cette journée).

⁹ En période de débordement, les eaux usées sont déversées directement dans le ruisseau Rouge.

¹⁰ La teneur en BPC de l'eau d'alimentation a été soustraite de la teneur mesurée à l'effluent de l'usine.
S. O. = sans objet

3.2.2 Régulateur McPherson

Deux événements de débordement ont été observés au régulateur McPherson durant la période de mai à novembre 1999. Le premier événement a été occasionné par l'accumulation de graisses dans la conduite d'égout en aval du régulateur et s'est étendu sur une période de cinq jours. Au total, 6940 m³ d'eaux usées ont été déversées dans le ruisseau Rouge au moment de cet événement. L'analyse des eaux usées déversées a révélé que la teneur en BPC était de 14 000 pg/L. Le débit d'eaux usées mesuré pendant la période d'échantillonnage (24 heures) a été de 1398 m³. La quantité de BPC rejetés à partir du régulateur McPherson lors de cet événement peut être évaluée à 19,6 mg par jour.

Un second événement de débordement est survenu au cours des fortes précipitations résultant du passage de l'ouragan Floyd. Ce dernier a laissé sur la région plus de 89 mm de pluie pendant une période de 24 heures. Une analyse des eaux usées déversées dans le ruisseau Rouge par le régulateur McPherson lors de cet événement révèle que la teneur en BPC est plus faible (2200 pg/L); cette diminution par rapport à la teneur obtenue lors du premier événement peut s'expliquer par la forte dilution des eaux usées. Sur la base de la teneur en BPC et du débit mesuré lors de la période d'échantillonnage (1238 m³/d), la quantité de BPC rejetés pendant le second événement est évaluée à 2,7 mg/jour. La quantité de BPC rejetés à partir du régulateur McPherson semble donc être moindre en période de pluie abondante.

3.2.3 Usine de textile C.S. Brooks Canada inc.

Des prélèvements à grand volume ont été effectués en septembre 1999 à l'effluent de l'usine de textile C.S. Brooks Canada inc. et dans l'eau d'alimentation afin de préciser la contribution de cette source. Les résultats obtenus révèlent la présence de BPC dans l'effluent à une teneur environ sept fois supérieure à celle de l'eau d'alimentation : les teneurs retrouvées sont de 860 et 120 pg/L respectivement. Afin d'obtenir la contribution réelle de l'usine de textile, la teneur mesurée dans l'eau d'alimentation a été soustraite de celle mesurée dans l'effluent. Ainsi, lors de la journée d'échantillonnage, la quantité de BPC rejetés à la rivière Magog peut s'établir à 5,8 mg. L'effluent de l'usine de textile C.S. Brooks Canada inc. et l'eau d'alimentation ont été de nouveau analysés au printemps 2000 afin de vérifier l'effet des saisons sur l'apport en BPC de cette entreprise à la rivière Magog.

3.2.4 Ruisseau Rouge

Afin d'établir la contribution du ruisseau Rouge, des échantillons d'eau ont été recueillis en aval des deux fossés de drainage. Les résultats des trois prélèvements apparaissent au tableau 3.5. On peut remarquer une faible variation de la teneur en BPC du ruisseau Rouge (entre 11 000 et 13 000 pg/L), malgré des conditions atmosphériques différentes. Par contre, en tenant compte des débits mesurés lors des périodes d'échantillonnage, la charge de BPC transportés par le ruisseau Rouge fluctue de manière importante, soit de 41 mg par jour (nuageux avec averses) à 2200 mg par jour (lors d'une pluie abondante).

En comparant les teneurs en BPC du ruisseau Rouge avec les résultats des autres stations, on remarque que celles-ci sont analogues aux teneurs en BPC mesurées dans les eaux usées

municipales (Hamel et Leclerc, 1997a). Selon les résultats obtenus, la quantité de BPC transportés par le ruisseau Rouge est supérieure à celle mesurée alors aux autres stations, et ce, indépendamment des conditions atmosphériques. L'écart est encore plus significatif en période de forte pluie.

3.3 Résultats de l'année 2000

Les travaux réalisés en 1999 ont permis d'obtenir, pour la première fois, une évaluation de la quantité de BPC provenant du ruisseau Rouge et de préciser la contribution des autres sources déjà reconnues, à l'exception du régulateur Saint-Patrice. Le but des travaux réalisés en 2000 était de quantifier l'apport de BPC rejetés à la rivière Magog à partir des différentes sources identifiées. À cet effet, une évaluation de la quantité de BPC transportés par le ruisseau Rouge a été effectuée, sur une plus grande période, en aval des deux fossés de drainage. L'effluent de la station d'épuration de Magog et celui de l'usine de textile C.S. Brooks Canada inc. ont fait l'objet de prélèvements par grand volume. Les événements de débordement des régulateurs Saint-Patrice et McPherson ont également été étudiés de façon plus approfondie.

De plus, des prélèvements instantanés ont été effectués à différents endroits dans le ruisseau Rouge (grand volume) ainsi que dans les deux fossés de drainage (500 mL) afin de préciser les principales sources de contamination du ruisseau Rouge. Cette démarche était nécessaire étant donné les nombreuses sources susceptibles de rejeter des BPC dans le ruisseau Rouge : l'égout pluvial du parc industriel, le régulateur McPherson, quelques établissements industriels et les fossés de drainage.

Les résultats des prélèvements effectués en 2000 sont présentés aux tableaux 3.6 et 3.7.

3.3.1 Évaluation de la quantité de BPC provenant des différentes sources

3.3.1.1 Ruisseau Rouge

Les travaux réalisés en 2000 ont permis d'évaluer la quantité de BPC transportés par le ruisseau Rouge à la rivière Magog. Cinq prélèvements, composés sur 24 heures, ont été effectués, chacun représentant une sous-période différente de la période d'étude. Le débit du ruisseau Rouge a été mesuré de façon continue pendant la période d'étude, qui s'est étendue du 23 mars au 30 septembre. Cependant, les équipements de mesure de débit ont dû être retirés entre le 23 juillet et le 11 septembre en raison du peu d'eau dans le ruisseau Rouge. Un graphique illustrant la variation du débit pendant la période d'étude est présenté à l'annexe 6.

Les charges mesurées dans le ruisseau Rouge, en aval des fossés de drainage, varient de manière importante. Elles fluctuent entre 0,68 et 255 mg de BPC par jour. Les valeurs les plus basses ont été obtenues en période d'étiage. À l'opposé, les résultats les plus élevés ont été mesurés lors de la fonte des neiges. Il semble y avoir une variation importante de la teneur en BPC du ruisseau Rouge en fonction des différentes saisons (printemps, été et automne). Les teneurs mesurées en 2000 semblent inférieures à celles des années précédentes. Toutefois, les conditions dans lesquelles le prélèvement des échantillons a été effectué sont différentes.

Tableau 3.6
Teneurs et charges de BPC rejetés à la rivière Magog en 2000

Endroit	Début du prélèvement		Fin du prélèvement		Conditions atmosphériques	Précipitations (mm de pluie)	Débit (m ³ /d)	Teneur (pg/L)	Charge (mg/d)
	Date	Heure	Date	Heure					
Ruisseau Rouge (aval des fossés)	2000-04-05	14 h 00	2000-04-06	14 h 00	Nuageux avec averses	2,4	170 220 ¹¹	1500	255,3
Ruisseau Rouge (aval des fossés)	2000-04-12	14 h 00	2000-04-13	14 h 00	Ensoleillé	0	61 092	2200	134,4
Ruisseau Rouge (aval des fossés)	2000-05-23	14 h 00	2000-05-24	14 h 00	Nuageux avec averses	10	23 024	1900	43,8
Ruisseau Rouge (aval des fossés)	2000-06-19	14 h 00	2000-06-20	14 h 00	n. d.	n. d.	1580	430	0,68
Ruisseau Rouge (aval des fossés)	2000-09-12	14 h 00	2000-09-13	14 h 00	Nuageux avec averses	5,2	1680 ¹	3800	6,38
Amont de C.S. Brooks Canada	2000-05-29	8 h 00	2000-05-30	8 h 00	Ensoleillé	0	S.O.	350	S.O.
Effluent de C.S. Brooks Canada	2000-05-30	13 h 00	2000-05-31	13 h 00	S. O.	S. O.	7087	1300	6,73
Effluent de la station d'épuration	2000-06-13	8 h 00	2000-06-14	8 h 00	S. O.	S. O.	13 260	470	6,23
Effluent de la station d'épuration	2000-06-15	8 h 00	2000-06-16	8 h 00	S. O.	S. O.	14 462	440	6,36

¹¹ Débit évalué pour la période de 8 h 00 à 8 h 00

n. d. = non déterminé

S. O. = sans objet

3.3.1.2 Station d'épuration de Magog

Des prélèvements par grand volume ont été effectués à l'effluent de la station d'épuration de Magog. Les teneurs en BPC de l'effluent sont sensiblement identiques pour les deux journées d'échantillonnage. La charge rejetée est d'environ 6,3 mg de BPC par jour. Ces résultats sont légèrement inférieurs à ceux observés en 1997 (7 mg/d en moyenne).

3.3.1.3 Usine de textile C.S. Brooks Canada inc.

L'effluent de l'usine de textile C.S. Brooks Canada inc. et l'eau d'alimentation ont de nouveau été échantillonnés afin de vérifier la variation de la teneur en BPC selon les saisons. La teneur en BPC de l'effluent est 3,7 fois plus élevée que celle trouvée dans l'eau d'alimentation. Selon les teneurs obtenues et le débit de l'effluent lors de la journée d'échantillonnage, l'usine de textile C.S. Brooks Canada inc. rejeterait environ 6,7 mg de BPC par jour. Ce résultat est légèrement supérieur à celui enregistré l'année précédente (5,8 mg/jour). La différence dans la quantité de BPC rejetés à l'automne 1999 et au printemps 2000 pourrait être attribuable aux types de tissus fabriqués par l'entreprise lors de la période d'échantillonnage.

3.3.1.4 Régulateur Saint-Patrice

Le relevé des événements de débordement du régulateur Saint-Patrice fait état de 31 événements entre le 19 avril et le 30 septembre 2000 (annexe 7). L'ensemble de ces événements totalise environ 90 heures de débordement d'eaux usées vers la rivière Magog. Quatre débordements, à l'occasion desquels des prélèvements ont été faits à différents mois de la période d'étude, ont été analysés.

Des BPC ont été détectés dans les eaux usées municipales qui transitent à partir du régulateur Saint-Patrice : les teneurs varient de 790 à 8100 pg/L. Celles-ci sont inférieures aux teneurs mesurées dans les eaux usées municipales au cours des années précédentes (de 13 000 à 15 000 pg/L). De plus, lorsqu'on tient compte du débit, les quantités de BPC rejetés à partir du régulateur Saint-Patrice varient de manière importante. Elles fluctuent de 2 à plus de 47 mg par jour.

3.3.1.5 Régulateur McPherson

Aucun événement de débordement n'a été observé au régulateur McPherson pendant la période d'étude de l'an 2000. Ce constat pourrait s'expliquer par une plus grande surveillance et un meilleur entretien de la part des employés de la Ville de Magog affectés au réseau d'égout. L'absence d'orage violent pouvant entraîner de très fortes précipitations constitue une autre raison expliquant l'absence d'événements de débordement à cet endroit pendant la période d'étude.

Tableau 3.7
Évaluation des charges de BPC rejetés à partir du régulateur Saint-Patrice en 2000

Endroit	Date	Type	Conditions atmosphériques	Précipitations (mm de pluie)	Débit (m ³ /d)	Teneur (pg/L)	Charge (mg/d)
Régulateur Saint-Patrice	2000-05-10	Composé	Nuageux avec averses	24,8	10 551	4500	47,5
Régulateur Saint-Patrice	2000-06-10	Composé	Nuageux avec averses	17,8	2543	790	2,01
Régulateur Saint-Patrice	2000-07-29	Composé	Nuageux avec averses	9,0	2644	8100 ¹²	21,4
Régulateur Saint-Patrice	2000-08-15	Composé	Nuageux avec averses	3,6	6685	3700	24,7

¹² 1. Échantillon composé d'eaux usées de deux jours (29 et 30 juillet) et prélevé le 2 août.

3.3.2 Évaluation comparative des différentes sources de rejet

À la suite des résultats obtenus pour l'année 2000, on peut procéder à une évaluation de la quantité de BPC rejetés vers la rivière Magog, sur l'ensemble de la période d'étude, par chacune des sources ou voies de contamination observées. La mesure du débit au ruisseau Rouge a été effectuée à partir du 23 mars. Des difficultés techniques liées à l'installation des dispositifs de mesure de débit au régulateur Saint-Patrice ont empêché l'évaluation du débit avant le 19 avril. Toutefois, le débordement des eaux usées municipales est réduit considérablement à cette période en raison du niveau élevé de la rivière Magog. La période d'étude se termine le 30 septembre, date à laquelle l'équipement a été retiré.

Le tableau 3.8 présente les quantités de BPC provenant des différentes sources de rejet décelées. Au total, le débit cumulatif du ruisseau Rouge pour la période d'étude est de 3 767 000 m³. La charge correspondante peut être évaluée à 6,84 grammes, ce qui représente environ 76 % de la quantité totale de BPC rejetés à la rivière Magog par les différentes sources à l'étude.

Tableau 3.8
Évaluation des charges de BPC rejetés dans la rivière Magog entre le 19 avril et le 30 septembre 2000

	Nombre de jours	Volume (m ³)	Charge totale (g)	Charge moy. journalière (mg/d)
Ruisseau Rouge	165	3 767 000	6,84	44,8
Station d'épuration de Magog	165	2 287 000	1,04	6,3
C.S. Brooks Canada inc.	98 ¹³	649 959	0,7	7,1
Régulateur Saint-Patrice	31 ¹⁴	83 268	0,36	11,6

Toutefois, la distribution observée pour la période d'étude est différente si on l'effectue pour une journée en particulier. Par exemple, lors d'une journée de pluie abondante, la contribution du régulateur Saint-Patrice, par rapport aux autres sources, est plus importante, sauf pour le ruisseau Rouge. Le nombre de jours où il y a rejet de BPC à la rivière Magog influence également la contribution des différentes sources étudiées.

Si l'on tient compte des débits mesurés entre le 23 mars et le 19 avril, le débit cumulatif du ruisseau Rouge, pour la période d'étude, s'élèverait à 7 644 000 m³. Le tableau 3.9 présente la répartition du volume et de la quantité de BPC par sous-période. On constate que plus de 96 % de la quantité totale de BPC est transportée par le ruisseau Rouge entre le 23 mars et le 31 mai. Ce constat peut s'expliquer par la fonte des neiges et par le ruissellement accru au moment du dégel au printemps. La contribution du fossé de drainage longeant l'ancien poste électrique devrait être plus importante pendant cette période en raison du lessivage des sédiments qui y ont été accumulés.

¹³ Correspond au nombre de jours de production de l'usine durant la période d'étude.

¹⁴ Équivaut aux événements de débordement durant la période d'étude.

Tableau 3.9
Répartition des charges de BPC transportés par le ruisseau Rouge en 2000

Période	Volume (m ³)	Teneur moyenne (pg/L)	Quantité de BPC rejetés (g)
23 mars - 19 avril	3 877 000	1867	7,24
19 avril - 31 mai	3 353 050	1867	6,26
1 juin - 31 août	296 360	430	0,13
1 sept. - 30 sept.	117 380	3800	0,45

3.3.3 Identification des sources de contamination du ruisseau Rouge

Différents prélèvements instantanés ont été effectués dans le ruisseau Rouge, de l'amont (Omerville) jusqu'en aval des deux fossés de drainage, dans le parc industriel. La localisation des stations d'échantillonnage du ruisseau Rouge est présentée à la figure 2.3 et les résultats sont rapportés au tableau 3.10. Aucune différence significative n'est observée entre les teneurs mesurées de la station amont (Omerville) jusqu'en aval de l'imprimerie Montréal-Magog. Les teneurs en BPC dosées dans ces échantillons sont relativement faibles et caractéristiques d'un ruisseau urbain. De plus, les profils chromatographiques des groupes homologues sont similaires pour les trois échantillons. Ces constats laissent croire qu'il n'y a pas d'apport ponctuel de BPC en amont des deux fossés de drainage.

Par ailleurs, des prélèvements ont été effectués dans l'égout pluvial du parc industriel et dans les fossés de drainage se déversant dans le ruisseau Rouge. La figure 2.4 présente l'emplacement des stations d'échantillonnage. Les résultats d'analyse révèlent que les eaux du fossé de drainage longeant le terrain d'une entreprise de récupération de ferraille renferment des BPC à des teneurs significatives. Les teneurs en BPC détectées (2000 pg/L) sont plus de deux fois supérieures à celles mesurées dans l'égout pluvial (920 pg/L). Les eaux de l'égout pluvial se déversent dans le fossé de drainage juste en amont de cette entreprise, pour finalement rejoindre le ruisseau Rouge quelques mètres plus loin.

Le fossé de drainage de l'ancien poste électrique est également contaminé par les BPC. Les teneurs sont neuf fois plus élevées en aval (5400 pg/L) qu'en amont de l'ancien poste (550 pg/L). Plus en aval, après le croisement avec l'égout unitaire, le fossé s'élargit et l'eau y est quasi stagnante. La teneur en BPC à cet endroit diminue considérablement (410 pg/L) et est comparable à celle trouvée en amont de l'ancien poste. Ce petit marécage contient des quenouilles qui ont la caractéristique de retenir les matières en suspension (et possiblement les biphényles polychlorés qui y sont rattachés).

Cependant, les résultats des prélèvements suggèrent que les conditions dans lesquelles la prise des échantillons a été effectuée ont une influence déterminante sur les teneurs en BPC. Ainsi, lorsque le fond du fossé, composé de vase, est brassé au préalable, les teneurs mesurées (600 000 et 290 000 pg/L, après l'égout unitaire) sont de beaucoup supérieures à celles mentionnées précédemment. Pour les prélèvements du 9 août 2000, les sols avaient été fraîchement retournés

Tableau 3.10
Teneurs en BPC des prélèvements effectués au ruisseau Rouge et dans les fossés de drainage en 2000

Endroit	Station	Date	Conditions atmosphériques	Précipitations (mm de pluie)	Teneur (pg/L)
Ruisseau Rouge – Extrémité du chemin Beaudry à Omerville	1	2000-05-10	Pluie abondante	24,8	510
Ruisseau Rouge – Amont de l'imprimerie Montréal-Magog	2	2000-05-15	Ensoleillé	0	290
Ruisseau Rouge – Aval de l'imprimerie Montréal-Magog	3	2000-05-17	Nuageux avec averses	5	340
Égout pluvial du boulevard Industriel	4	2000-07-03	Nuageux avec averses	5,8	920
Fossé de drainage en aval d'un récupérateur de ferraille	5	2000-07-03	Nuageux avec averses	5,8	2000
		2000-10-18	Pluie abondante	n. d.	2200
Fossé de drainage en amont de l'ancien poste électrique	6	2000-08-09	Nuageux avec averses	7,4	58 000
		2000-10-18	Pluie abondante	n. d.	550
Fossé de drainage en aval de l'ancien poste électrique	7	2000-08-09	Nuageux avec averses	7,4	34 000
		2000-10-18	Pluie abondante	n. d.	5400
Fossé de drainage, après l'égout unitaire, en aval de l'ancien poste électrique	8	2000-06-26	Nuageux avec averses	14,8 ¹⁵	600 000
		2000-08-09	Nuageux avec averses	7,4	290 000
		2000-10-18	Pluie abondante	n. d.	410

¹⁵ Cette donnée inclut les précipitations des 24 et 25 juin 2000.
n. d. = non déterminé.

à la suite du reprofilage du fossé. Ces travaux auraient eu pour effet de remettre en circulation des BPC contenus dans les sols du fossé de drainage. Il faut se rappeler qu'avant la restauration du poste Racine (voir section 3.1.6), les eaux de ce fossé étaient contaminées par des BPC.

Ces derniers résultats (après agitation) ne sont pas significatifs d'un apport continu en BPC vers le ruisseau Rouge. Ces résultats indiquent toutefois une contamination par les BPC du fossé de drainage qui longe l'ancien poste électrique. Ainsi qu'il a été dit précédemment, il n'y a pas d'écoulement continu du fossé vers le ruisseau Rouge en raison, principalement, de la végétation abondante et de la présence de quenouilles dans le marais. Cependant, les BPC accumulés peuvent être entraînés vers le ruisseau Rouge au moment de la fonte des neiges ou lors de fortes crues.

Les résultats présentés aux tableaux 3.8, 3.9 et 3.10 indiquent que la contamination en BPC du ruisseau Rouge provient essentiellement des eaux de ruissellement de terrains contaminés situés à proximité du ruisseau ou à l'intérieur du parc industriel et que celles-ci constituent la plus grande source de contamination de la rivière Magog par les biphényles polychlorés. Cependant, les résultats de prélèvements effectués ne permettent pas de déterminer la contribution respective des deux fossés de drainage.

3.4 Résultats de l'échantillonnage des sols en 2001

À la suite des résultats d'analyse de l'eau du fossé adjacent à l'ancien poste électrique, des prélèvements ont été effectués sur le terrain et en périphérie afin de vérifier la présence de BPC dans les sols. Les résultats obtenus apparaissent au tableau 3.11. Quatre échantillons de sols ont été analysés, chacun provenant de trois prélèvements dans le talus ou dans le fossé du côté de la voie ferrée. La Ville de Magog avait procédé au reprofilage du fossé de drainage à l'été 2000. Les échantillons de sol à l'intérieur de l'emprise de l'ancien poste électrique ont également été prélevés à quatre endroits, chacun à deux profondeurs différentes.

Les résultats obtenus indiquent que les sols du talus près de la voie ferrée sont beaucoup plus contaminés (12 000 et 7200 pg/g) que ceux du talus adjacent à l'ancien poste (530 et 700 pg/g). Les travaux de reprofilage réalisés à l'été 2000 ont remis en surface des sols contaminés, ce qui a eu pour conséquence d'exposer à nouveau les BPC présents. Les résultats obtenus révèlent également que les sols de l'ancien poste électrique renferment encore des BPC. Les teneurs en BPC à deux endroits, TF-7 et TF-8, se distinguent particulièrement. Au second forage, la contamination atteint une profondeur de 1,7 m.

La présence de BPC dans le talus formé des matériaux de déblai et dans les sédiments du marécage en aval de l'ancien poste électrique peut expliquer en partie les teneurs élevées en BPC du fossé de drainage. La résurgence d'eau souterraine de l'ancien poste électrique pourrait également contribuer à la contamination du fossé de drainage.

Tableau 3.11
Teneurs en BPC des sols de l'ancien poste électrique et du fossé de drainage (2001)

Emplacement des stations		Partie	Profondeur (m)	Teneur en BPC (pg/g)
Fossé et talus longeant l'ancien poste				
TA-1	Talus près de l'ancien poste électrique	Nord-est	0 - 0,3	530
TA-3		Sud-est	0 - 0,3	700
TA-2	Talus formé de matériaux de déblai	Nord-est	0 - 0,3	12 000
TA-4		Sud-est	0 - 0,3	7200
Intérieur de l'emprise de l'ancien poste				
TF71CF	Sol de l'ancien poste électrique	Sud-est	0,6 - 1,1	2400
TF72CF		Sud-est	1,1 - 1,7	1000
TF81CF		Sud-est	0,6 - 1,1	4100
TF82CF		Sud-est	1,1 - 1,7	3900
TF91CF		Sud-ouest	1,2 - 1,8	420
TF92CF		Sud-ouest	1,8 - 2,4	210
TF101CF		Sud-ouest	1,2 - 1,8	830
TF102CF		Sud-ouest	1,8 - 2,4	180

Source : Lacasse (2002)

CONCLUSION

La Direction régionale de l'Estrie du ministère de l'Environnement a entrepris, en 1996, une vaste étude visant à déterminer les sources susceptibles d'être responsables de la contamination des poissons du lac Magog. Les premiers travaux effectués dans la rivière Magog et au lac Magog ont permis de conclure qu'il y avait encore, à cette époque, au moins une source active de BPC dans la rivière Magog et que celle-ci serait située entre le lac Memphrémagog et le pont de l'autoroute 55. Les travaux réalisés au cours des années subséquentes ont permis d'identifier plusieurs sources pouvant rejeter des BPC dans cette rivière, soit la station d'épuration de Magog, l'usine de textile C.S. Brooks Canada inc, deux régulateurs de réseau d'égout et, enfin, deux terrains contaminés dont les eaux de ruissellement sont déversées dans le ruisseau Rouge.

Les derniers travaux, réalisés en 1999 et 2000, ont permis d'évaluer la contribution relative des sources reconnues. Pour atteindre cet objectif, la quantité de BPC rejetés à la rivière Magog par chacune de ces sources a été déterminée. Les résultats obtenus ont permis d'établir que la contamination des poissons du lac Magog proviendrait principalement du ruisseau Rouge, un des tributaires de la rivière Magog.

Pour la période d'étude s'étendant du 19 avril au 30 septembre 2000, l'apport en BPC du ruisseau Rouge représente 76 % de la quantité totale de BPC rejetés à la rivière Magog par les différentes sources étudiées. Lorsque l'on se réfère seulement au ruisseau Rouge, la presque totalité (plus de 90 %) de la quantité de BPC mesurée est rejetée au printemps, qui inclut la période de fonte des neiges.

La contribution des autres sources, pour la période d'étude considérée, est par ordre décroissant : la station d'épuration de Magog, l'usine de textile C.S. Brooks Canada inc. et le régulateur Saint-Patrice. Cette distribution peut toutefois être différente pour une journée en particulier : par exemple, en période de fortes pluies, la quantité de BPC rejetés par le trop-plein du régulateur Saint-Patrice est supérieure à celle des autres sources, à l'exception du ruisseau Rouge.

Par ailleurs, des travaux ont été effectués afin de déterminer les sources de contamination du ruisseau Rouge. Différents prélèvements ont été effectués le long du ruisseau, en amont du parc industriel jusqu'à l'exutoire vers la rivière Magog. Les résultats obtenus ont révélé de faibles teneurs en BPC jusqu'à la jonction du ruisseau avec les deux fossés de drainage. La contamination du ruisseau Rouge proviendrait du fossé de drainage qui longe un ancien poste électrique, des eaux de ruissellement d'une entreprise de récupération de ferraille et de l'égout pluvial du parc industriel. La présence de BPC dans le talus formé des matériaux de déblai et dans les sédiments d'un marécage en aval de l'ancien poste électrique ainsi que la résurgence d'eau souterraine contaminée de ce terrain pourraient expliquer la contamination du fossé de drainage adjacent à l'ancien poste électrique.

Une étude récente (Laliberté et Leclerc, 2000), menée par le ministère de l'Environnement, a révélé la présence d'une autre voie de contamination de la rivière Magog par les BPC, soit le ruisseau Boily. Ce ruisseau passe à proximité d'un lieu d'enfouissement sanitaire et une partie des eaux souterraines y font résurgence. Les travaux réalisés en 2001, dans le cadre de la poursuite de

cette dernière étude, devraient permettre d'établir l'apport du ruisseau Boily et de comparer celui-ci aux autres sources de contamination identifiées.

Les résultats des travaux effectués au cours des cinq dernières années permettront d'orienter les interventions du Ministère au regard des sources de contamination identifiées afin de réduire et, si possible, d'éliminer les rejets de BPC vers la rivière Magog. En raison de l'importance de leur contribution, les interventions auprès du récupérateur de ferraille et de l'exploitant de l'ancien poste électrique devraient être privilégiées.

RÉFÉRENCES

- CENTRE LOCAL DE DÉVELOPPEMENT DE LA MRC DE MEMPHRÉMAGOG (2000). Répertoire des entreprises manufacturières de la MRC de Memphrémagog, Édition 2000, 33 p.
- CENTRE LOCAL DE DÉVELOPPEMENT DE LA MRC DE MEMPHRÉMAGOG (25 janvier 2001). Parc industriel de la ville de Magog, [<http://www.cldmemphremagog.com/magog.html>]
- CROTEAU, G. (1996). Note de service : C.S. Brooks Canada inc. de Magog, Caractérisation des BPC dans les eaux usées – été 1995. Direction des écosystèmes aquatiques, ministère de l'Environnement, 7 février, 46 p.
- CROTEAU, S. (1995). Caractérisation des eaux : C.S. Brooks Canada inc. - Rapport final. Les laboratoires Shermont inc., Sherbrooke, Québec, 44 p.
- GRENIER, J. et LACASSE, G. (1997). Étude de caractérisation environnementale : Poste Racine à Magog. S.M. Environnement inc., Sherbrooke, Québec, 31 p.
- HAMEL, A. (1997). Rapport d'inspection - Inspection systématique du poste Racine d'Hydro-Magog. Direction régionale de l'Estrie, ministère de l'Environnement et de la Faune, Québec 9 avril, 15 p.
- HAMEL, A. (1998). Rapport d'inspection : échantillonnage des eaux de surface et des sols du terrain de Les Métaux R. Hinse ltée. Direction régionale de l'Estrie, ministère de l'Environnement et de la Faune, Québec, 5 mai , 6 p.
- HAMEL, A. et LECLERC, P. (1997a). Rapport sur la teneur en BPC des eaux usées : Station d'épuration de Ville de Magog - 17 juin au 19 juin. Direction régionale de l'Estrie, ministère de l'Environnement et de la Faune, Québec, 25 p.
- HAMEL, A. et LECLERC, P. (1997b). Rapport sur la teneur en BPC : Fossés de drainage dans le parc industriel de Magog et régulateur industriel (McPherson). Direction régionale de l'Estrie, ministère de l'Environnement et de la Faune, Québec, 11 p.
- LACASSE, G. (2002). Travaux de caractérisation environnementale : Poste Racine à Magog et piste cyclable à Ayer's Cliff. S.M. Environnement, Sherbrooke, Québec, 14 p.
- LALIBERTÉ, D. (1997). Teneurs en BPC et en mercure dans les sédiments et les meuniers noirs du lac Memphrémagog, de la rivière Magog et du lac Magog en 1996. Direction des écosystèmes aquatiques, ministère de l'Environnement et de la Faune, Québec, 22 p.
- LALIBERTÉ, D. et LECLERC, P. (2000). Étude des causes de la contamination des poissons des lacs Lovering et Massawippi par des substances toxiques. Direction du suivi de l'état de l'environnement et Direction régionale de l'Estrie, ministère de l'Environnement, Québec, 52 p.

LÉONARD, M. (1997). Rapport d'inspection : Échantillonnage des eaux du fossé de drainage longeant la cour d'entreposage d'Hydro-Magog, Direction régionale de l'Estrie, ministère de l'Environnement et de la Faune, Québec, 2 p.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC (1999). Portrait régional de l'eau, Estrie, région administrative 05. Gouvernement du Québec, Québec, 27 p.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA FAUNE (1998). Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés : Nouvelle politique. Les Publications du Québec, Envirodoq EN980478.

MINISTÈRE DES RICHESSES NATURELLES (1978). Étude limnologique du lac Magog, Service de la qualité des eaux, Québec, 7 p.

NAVERT, C. (1992). Bassin versant de la rivière Magog (partie aval). Carte d'inventaire environnemental, Comité technique de la qualité de l'eau de la rivière Magog, 1 :20 000.

PRAIRIE, Y. et SOUCISSE, A. (1999). Rapport sur le suivi de la qualité des eaux – 1999. Département des sciences biologiques, Université du Québec à Montréal, 112 p.

PRIMEAU, S. (1992). Qualité des eaux du bassin de la rivière Saint-François, 1976 à 1991. Direction de la qualité des cours d'eau, ministère de l'Environnement, Québec, 145 p.

PRIMEAU, S. (1996). Le bassin versant de la rivière Saint-François : contamination du poisson par les métaux et certaines substances toxiques organiques. Direction des écosystèmes aquatiques, ministère de l'Environnement et de la Faune, Québec, 42 p.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (1995). Final Water Quality Guidance for the Great Lakes System - Final rule. *Federal Register*, 60(56) : 15366-15425

ANNEXE 1

Teneurs en BPC ($\mu\text{g}/\text{kg}$) dans les meuniers noirs capturés en amont et dans le lac Magog entre 1978 et 1991

Station	Année	Moyenne	Minimum	Maximum
Lac Magog	1978	570	466	714
Lac Magog	1986	1617	870	2680
Lac Magog	1989	1693	670	3340
Amont du lac Magog	1991	809	240	1570

Source : Primeau (1996)

ANNEXE 2**Liste des entreprises manufacturières de la ville de Magog**

	Entreprise	Nombre d'employés	Secteur manufacturier
1	Aciers Robond inc.	44	Équipement de transport
2	Acrylco RTV inc.	3	Produits chimiques
3	Advanced Rubber Compounding (Arc) inc.	52	Produits du caoutchouc et matière plastique
4	André Tellier	1	Produits métalliques
5	Arthur Renaud inc.	1	Produits métalliques
6	Atelier Bélanger inc.	6	Produits métalliques
7	Atelier d'usinage STR inc.	3	Produits métalliques
8	Atelier Ferland	5	Machinerie
9	Ateliers PGM inc.	20	Produits métalliques
10	B.O.C. Gaz	50	Produits chimiques
11	Barmish inc.	232	Habillement
12	BHM Médical inc.	25	Industrie manufacturière
13	Boiseries des Cantons inc.	3	Produits du bois
14	Boulangerie Marchand.	16	Produits alimentaires
15	C.S. Brooks Canada inc.	780	Produits textiles
16	Can-Art inc.	2	Produits du bois
17	CFER	4	Industrie manufacturière
18	Clinique de denturologie Daniel D'Arcy	2	Industrie manufacturière
19	Codet inc.	14	Habillement
20	Conception Design Ware inc.	10	Produits électriques et électroniques
21	Conceptromec 2001 inc.	65	Machinerie
22	CRM Imprimerie	9	Imprimerie, édition et produits connexes
23	Cronitech Environnement inc.	1	Produits chimiques
24	Dana Canada inc.	212	Équipement de transport
25	Difco tissus de performance inc.	467	Produits textiles
26	Éka Chimie Canada inc.	77	Produits chimiques inorganiques
27	Enseignes et Lettrage Fortin et Fils	3	Imprimerie, édition et produits connexes
28	Entreprises Express Électrique ltée	10	Produits électriques et électroniques
29	Estrie Glace	2	Produits alimentaires
30	Ève Lepage, denturologue	1	Industrie manufacturière
31	Excel Sound et Art	3	Industrie manufacturière
32	Fibres Armtex inc.	21	Produits des minéraux non métalliques
33	Finitions Pro-Teint inc.	34	Produits du bois
34	Gestion d'impressions Magog-Orford	7	Imprimerie, édition et produits connexes
35	G-Spek inc.	26	Industrie manufacturière
36	H. Fontaine ltée	100	Machinerie
37	Hydraulique Plus	3	Produits métalliques
38	Imprimerie Gifa inc.		Imprimerie, édition et produits connexes
39	Imprimerie Montréal-Magog	356	Imprimerie, édition et produits connexes
40	Impritech inc.	7	Machinerie

	Entreprise	Nombre d'employés	Secteur manufacturier
41	Industries Kancorp inc.	84	Produits du caoutchouc et matière plastique
42	Infographie de l'Estrie	1	Imprimerie, édition et produits connexes
43	Jean Gagnon, denturologiste	2	Industrie manufacturière
44	Laboratoires LTI inc.	12	Industrie manufacturière
45	Lafarge Canada inc.	13	Produits des minéraux non métalliques
46	Lefko produits de plastique inc.	243	Produits du caoutchouc et matière plastique
47	L'Envol Memphré	20	Produits du bois
48	Machinerie Optimum inc.	35	Machinerie
49	Magotteaux ltée	150	Produits métalliques
50	Menuiserie de l'Estrie inc.	5	Produits du bois
51	Microbrasserie La Memphré	5	Produits alimentaires
52	Mirrorcom Duplication	4	Industrie manufacturière
53	Olymel	630	Produits alimentaires
54	Orford Engravers Ltd.	11	Imprimerie, édition et produits connexes
55	P.E.M.	2	Industrie manufacturière
56	Panneaux Deauville inc.	10	Produits du bois
57	<i>Le Reflet du lac</i> , Hebdos Transcontinental	13	Imprimerie, édition et produits connexes
58	Richard Pépin, denturologiste	1	Industrie manufacturière
59	Rofrex hydraulique ltée	2	Machinerie
60	Rolem Concept	1	Produits du bois
61	SECM-GT	4	Machinerie
62	Sérigraphic inc.	8	Imprimerie, édition et produits connexes
63	Terratonic inc.	4	Produits chimiques
64	Thona inc.	623	Produits du caoutchouc et matière plastique
65	Usinage AMS inc.	19	Produits métalliques
66	Usinage Express	1	Produits métalliques
67	Usinage Midatech inc.	16	Machinerie

Source : Centre local de développement de la MRC de Memphrémagog (2000).

ANNEXE 3

Liste des paramètres analysés et méthode d'analyse (Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec)

Paramètre	Unité	Prétraitement	Méthode analytique ¹	Limite de détection
Analyse dans l'eau de surface				
BPC grand volume (18 à 53l)	pg/L	Filtration : filtre de 293 mm de diamètre. Phase particulaire : extrait au soxhlet avec du toluène. Fortification des filtres : solution de BPC marqués au carbone 13 (¹³ C ₁₂) (étalon de recouvrement). Phase dissoute : extraite avec du dichlorométhane (extracteur Goulden), solution de BPC marqués au carbone 13 (¹³ C ₁₂). Deux extraits : combinés et concentrés. Purification (colonne multicouche et colonne d'alumine) et concentration. Ajout d'une solution étalon.	MA. 400-Org.U.T.1.0 Extrait injecté dans un système de chromatographie en phase gazeuse séparant les différents composés. À la sortie, les composés pénètrent dans un spectromètre de masse haute résolution, où ils sont ionisés pour produire un ion radicalaire. Les ions positifs sont ensuite séparés selon leur masse. Le détecteur relié à un système informatique permet d'enregistrer l'abondance de chaque ion. L'identification et la concentration des BPC sont déterminées par comparaison du signal mesuré pour une solution étalon connue et celui de l'échantillon. Les concentrations trouvées sont corrigées pour la récupération des étalons de recouvrement ajoutés au début des manipulations.	0,1 à 1 pg/L
Analyse dans les eaux usées				
BPC (500 ml)	pg/L	Fortification : BPC marqués au carbone 13 (¹³ C). Filtration. Extraction de la phase particulaire : mélange acétone et hexane (1 : 1). Extraction de la phase dissoute : dichlorométhane. Deux extraits : combinés et concentrés. Purification (colonne multicouche et colonne d'alumine) et concentration. Ajout d'une solution étalon.		10 à 100 pg/L
Analyse dans les sols				
BPC	pg/g	Les particules filtrées sont extraites au soxhlet à l'aide de toluène. Extraction des filtres.		1 à 20 pg/g

¹ Le contrôle de qualité des analyses de laboratoire a été réalisé conformément aux exigences du programme d'accréditation des laboratoires d'analyse environnementale (ISO guide 19025). Des blancs de procédure et des échantillons de contrôle ont été préparés par la division assurance qualité, indépendante des divisions analytiques.

ANNEXE 4

Synthèse des caractéristiques des prélèvements effectués (nombre et type d'échantillon, type d'analyse et limites de détection)

Année	Localisation	Nombre d'échantillons		Type d'échantillon		Type d'analyse	Limites de détection (pg/L)	% de récupération
1998	Régulateur McPherson	2	500 ml	Continu	Eau usée	BPC	1 à 30	61 à 99
1999	Ruisseau Rouge	3	GV	Continu	Eau de surface	BPC	0,02 à 3	49 à 96
	Régulateur McPherson	2	500 ml	Continu	Eau usée	BPC	3 à 70	52 à 84
	Eau d'alimentation de C.S. Brooks Canada	1	GV	Continu	Eau de surface	BPC	0,05 à 0,9	51 à 97
	Effluent de C.S. Brooks Canada	1	G	Continu	Eau usée	BPC	0,06 à 0,9	53 à 75
	Régulateur Saint-Patrice Est	1	500 ml	Continu	Eau usée	BPC	10 à 30	71 à 94
2000	Ruisseau Rouge – amont (Omerville)	1	GV	Instantané	Eau de surface	BPC	0,2 à 0,5	42 à 66
	Ruisseau Rouge – amont imprimerie	1	GV	Instantané	Eau de surface	BPC	0,2 à 1	51 à 76
	Ruisseau Rouge – aval imprimerie	1	GV	Instantané	Eau de surface	BPC	0,2 à 0,9	60 à 82
	Ruisseau Rouge – aval des deux fossés	5	GV	Continu	Eau de surface	BPC	0,1 à 2	43 à 96
	Fossé est longeant un récupérateur de métal	2	500 ml	Instantané	Eau de surface	BPC	1 à 20	75 à 100
	Fossé ouest – amont d'un ancien poste électrique	2	500 ml	Instantané	Eau de surface	BPC	1 à 40	74 à 100
	Fossé ouest – aval d'un ancien poste électrique (après égout unitaire)	2	500 ml	Instantané	Eau de surface	BPC	9 à 400	66 à 101
	Fossé ouest– aval d'un ancien poste électrique (marais)	3	500 ml	Instantané	Eau de surface	BPC	1 à 100	65 à 101
	Égout pluvial	1	GV	Instantané	Eau usée	BPC	0,2 à 1	62 à 78
	Régulateur Saint-Patrice Est	4	500 ml	Continu	Eau usée	BPC	5 à 300	54 à 114
	Amont de C.S. Brooks Canada	1	GV	Continu	Eau de surface	BPC	0,2 à 0,5	64 à 80
	Effluent de C.S. Brooks Canada	1	GV	Continu	Eau de surface	BPC	0,1 à 1	71 à 104
	Effluent de la station d'épuration de Magog	2	GV	Continu	Eau usée	BPC	0,1 à 1	59 à 99

GV = prélèvement par grand volume

ANNEXE 5

Sommaire des informations sur les propriétés physico-chimiques, toxicologiques et écotoxicologiques des biphényles polychlorés

COMPORTEMENT DES BPC DANS L'ENVIRONNEMENT

Les biphényles polychlorés (BPC) sont des composés synthétiques, fabriqués à une échelle industrielle de 1929 à 1977. Pendant plusieurs décennies, ils ont été largement utilisés pour une gamme variée d'applications, en particulier dans divers appareillages électriques. La persistance de ce composé dans l'environnement a eu comme résultat une contamination globale de l'écosystème, incluant les milieux hydriques, atmosphériques et terrestres, jusqu'à une exposition subséquente des organismes vivants. À la fin des années 1970, les inquiétudes soulevées à propos des risques que les BPC représentent pour l'environnement ont amené leur remplacement par d'autres substances et leur production commerciale a pris fin. Depuis ce temps, les concentrations retrouvées dans l'environnement sont de plus en plus faibles.

Généralités

Les biphényles polychlorés sont constitués de deux noyaux « phényles » joints par un de leurs sommets. Ils forment une classe de 209 composés chimiques différents, appelés congénères, répartis en 10 sous-classes (groupes homologues), selon le nombre d'atomes de chlore rattachés aux noyaux aromatiques (Mullin *et al.*, 1984). De un à dix atomes de chlore (monochloro- à décachlorobiphényle) peuvent se substituer aux atomes d'hydrogène présents autour des noyaux. La compagnie Monsanto, seule à produire des BPC en Amérique du Nord, a synthétisé environ 700 000 tonnes de BPC entre 1929 et 1977 (USEPA, 2001). Cette compagnie commercialisait différents mélanges de congénères sous la marque « Aroclor » suivie d'un numéro de quatre chiffres, dont les deux premiers (12) indiquaient qu'il s'agit de biphényles polychlorés et les deux derniers représentaient le pourcentage de chlore dans le mélange. Plus le pourcentage de chlore est élevé, plus le mélange sera stable et persistant dans l'environnement et dans les organismes vivants.

Les BPC sont très peu solubles dans l'eau, mais solubles dans le gras. Ainsi, ces composés s'accumulent de façon préférentielle dans les tissus adipeux et, fait de leur forte persistance, se bioaccumulent dans les niveaux élevés de la chaîne alimentaire, y compris chez les êtres vivants (Safe, 1994). En milieu hydrique, en raison de ces caractéristiques, les BPC ont une forte attirance pour les particules fines et se trouvent donc principalement adsorbés par les sédiments et les matières en suspension.

Demi-vie et métabolisme

La vitesse de métabolisme et la demi-vie des BPC dans les organismes vivants dépendent de la structure du congénère de BPC et de la capacité métabolique de l'organisme considéré (Dickerson, 1994; Roberts *et al.*, 1979). Les principaux facteurs chimiques qui diminuent le risque de dégradation métabolique de la molécule sont un nombre élevé d'atomes de chlore et la configuration de la molécule.

Chez les organismes supérieurs, il semble que les isomères faiblement chlorés soient plus rapidement et plus facilement transformés (Roberts *et al.*, 1979). Il est difficile de déterminer une demi-vie constante des BPC dans un organisme. On peut cependant mentionner que la demi-vie varie de quelques jours à plusieurs années selon l'organisme, les concentrations et les congénères en cause (Trépanier, 1984). D'une part, les BPC inférieurs (renfermant moins de cinq atomes de chlore par molécule) semblent en général beaucoup plus persistants chez les poissons que chez les oiseaux et les mammifères. D'autre part, les BPC supérieurs sont en général plus persistants que les BPC inférieurs chez tous ces organismes.

Le fait de mesurer des BPC renfermant trois ou quatre atomes de chlore dans la chair des poissons peut être une indication que la contamination est récente, puisque ces congénères devraient être éliminés le plus rapidement. Toutefois, cela peut également signifier qu'il s'agit de métabolites de congénères plus chlorés. D'ailleurs, les poissons à croissance rapide ne vivent que quelques années dans l'environnement. Ainsi, selon les études effectuées au Canada, le meunier noir a une longévité variant de 8 à 15 ans (Scott et Crossman, 1974).

Une étude ayant estimé la demi-vie des BPC chez l'humain rapporte que, pour un produit commercial peu chloré (Aroclor 1242), elle est de 6 à 7 mois et que la demi-vie correspondante pour la substance la plus chlorée serait de 33 à 34 mois (Kimbrough, 1995).

Chez les animaux, les voies de contamination par les BPC sont multiples, mais l'ingestion constitue la voie la plus fréquente chez l'ensemble des espèces. Chez les organismes aquatiques, les BPC sont aussi absorbés par voie branchiale. Le taux d'absorption des BPC dans l'alimentation se situerait, dans le cas du poisson, entre 70 % et 80 % de la dose, tandis que pour les oiseaux et les mammifères le taux d'absorption est de l'ordre de 90 % (Roberts *et al.*, 1979). Les autres voies de contamination, soit l'absorption cutanée (insectes et mammifères) ou encore l'inhalation (oiseaux et mammifères), ne semblent pas jouer un rôle important dans les écosystèmes naturels.

Après l'ingestion de BPC, ceux-ci sont éliminés du sang et redistribués progressivement dans les autres tissus et particulièrement dans les tissus riches en lipides, tels que les tissus adipeux, le foie et la peau (Roberts *et al.*, 1979).

Les composés très lipophiles, comme les BPC, sont normalement éliminés de l'organisme par dégradation métabolique jusqu'en des composés moins liposolubles qui sont alors excrétés directement. Ainsi qu'il a été énoncé précédemment, la vitesse de dégradation d'un biphenyle polychloré par un organisme dépend de la structure du congénère et de la capacité métabolique de l'organisme en cause.

Les activités de reproduction constituent chez les animaux une voie très importante d'élimination des BPC sans qu'il y ait métabolisme. Chez les organismes ovipares, les œufs constituent un véhicule appréciable d'excrétion des BPC, tandis que chez les mammifères c'est l'allaitement qui représente une voie très importante de passage des BPC du corps de la mère vers celui du nouveau-né.

Bioaccumulation

En raison de leur extrême stabilité et de leur solubilité dans les lipides tissulaires, les résidus de BPC vont se retrouver en concentration croissante tout au long de la chaîne alimentaire. Les animaux au sommet de la pyramide alimentaire seront donc davantage contaminés.

Pour la faune terrestre piscivore, les facteurs de bioconcentration observés varient de 1,8E6 à 6,2E6, selon l'Agence américaine de protection de l'environnement (USEPA, 1995a). Ainsi, des concentrations excessivement faibles dans l'eau peuvent donner lieu à une accumulation élevée, particulièrement chez les organismes aquatiques et la faune terrestre piscivore qui se trouvent au sommet de la chaîne alimentaire.

Critères portant sur les BPC

Il existe plusieurs critères concernant les BPC. La limite administrative pour la commercialisation des produits de la pêche a été établie à 2000 µg BPC/kg de chair de poisson par Santé Canada. Pour la protection de la faune piscivore, le critère est de 160 µg BPC/kg dans le poisson entier (USEPA, 1995b). Le critère de qualité de l'eau de surface au Québec, assurant la protection de la faune piscivore, est de 120 pg/L (MENV, 2001).

SOURCES DE BPC DANS L'ENVIRONNEMENT

L'emploi des biphényles polychlorés s'est généralisé en raison notamment de leurs propriétés physicochimiques particulières. En effet, comme les BPC sont très stables, non corrosifs, difficilement inflammables, ils sont d'excellents agents thermiques et d'isolation (Environnement Canada, 1986; Gonzague et Lawrie, 1981). Toutes ces propriétés expliquent la très grande application industrielle de ces substances. La production des BPC a pris fin en 1977 en Amérique du Nord et, depuis ce temps, on les a remplacés par d'autres substances. Cependant, une grande partie des BPC alors en usage n'ont pas encore atteint la fin de leur vie utile et continuent à servir. De plus, les BPC peuvent encore être présents dans un grand nombre de produits commerciaux.

Actuellement, les BPC relâchés dans l'environnement proviennent de produits contenant des BPC introduits délibérément avant leur interdiction ou dérivent d'autres sources de BPC formés de façon non intentionnelle lors de procédés impliquant une température élevée, de la matière organique et des produits chlorés.

Présence intentionnelle de BPC dans les produits

Au Canada, les BPC sont visés par une série de règlements faisant partie intégrante de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* (Environnement Canada, 2001). L'un d'eux est le *Règlement sur les biphényles chlorés*, adopté en 1991. Ce dernier interdit la fabrication, la vente et l'importation de BPC en vue d'un usage quelconque, restreint les utilisations de BPC dans les produits (la teneur permise étant limitée à 50 mg/kg) et fixe un seuil pour la quantité de BPC pouvant être libérée légalement dans l'environnement. Un projet de règlement actuellement

en consultation introduira des exigences plus sévères sur les équipements renfermant des BPC ainsi que sur les produits manufacturés. Le projet de règlement établira à 2 mg/kg la teneur maximale permise de BPC dans les produits manufacturés et importés.

Équipements électriques ou diélectriques

Au Canada, les BPC ont été utilisés comme fluides refroidissants et isolants dans les équipements électriques afin de prévenir les risques de surchauffe et d'incendie. On les retrouve donc essentiellement sous la forme d'un fluide diélectrique, nommé askarel, dans les transformateurs, les condensateurs, les régulateurs de puissance et les ballasts de lampes fluorescentes. Les équipements électriques isolés à l'Askarel sont présents dans les centrales et les postes de transformation des entreprises productrices et distributrices d'électricité, dans les postes de transformation appartenant à des commerces et établissements multiples et dans les voûtes de transformation de gros édifices commerciaux ou de services (Carrier, 1991). Les condensateurs contenant des BPC ont aussi été utilisés dans divers équipements de réfrigération tels que les réfrigérateurs ou les conditionneurs d'air (USEPA, 2001). On a également trouvé des BPC dans d'autres équipements électriques et machineries industrielles comme les pompes à vide, les machines hydrauliques et les turbines à gaz (Carrier, 1991).

Les BPC sont utilisés à long terme en circuit fermé dans les équipements électriques. Cependant, ils peuvent se libérer dans l'environnement lorsqu'un bris ou une fuite survient au cours de leur utilisation, à l'occasion d'un mauvais entreposage ou lors d'incendie de ces équipements.

Depuis 1988, Environnement Canada publie un rapport annuel des BPC encore utilisés et entreposés. À la fin de l'année 2000, d'après l'inventaire national des BPC, il y avait au Québec environ 11 575 tonnes métriques de BPC utilisées dans les liquides (askarels et huiles minérales) et équipements contenant des askarels (transformateurs et condensateurs). De plus, 3 855 tonnes métriques de BPC étaient présentes dans divers matériaux entreposés, tels que des liquides contenant des askarels et huiles minérales, dans des équipements électriques, des sols contaminés, des ballasts de lampes fluorescentes et autres rebuts (Laperrière, 2001).

La teneur en BPC des liquides contenant de l'askarel varie généralement de 40 % à 80 % dans les transformateurs électriques. Des BPC à l'état pur ont été utilisés dans d'autres appareils électriques comme les condensateurs et les ballasts de lampes fluorescentes. Par ailleurs, la teneur en BPC de l'huile minérale se maintient généralement à des niveaux inférieurs à 1 000 mg/kg (Environnement Canada, 1996).

Les ballasts de tubes fluorescents utilisés ne sont pas recensés. En 1985, Environnement Canada a estimé que leur nombre s'élevait à 63 millions. Étant donné que la durée de vie d'un ballast est d'environ quinze ans et qu'aucun nouveau ballast renfermant des BPC n'a été fabriqué depuis 1979, il semble raisonnable de présumer qu'un pourcentage considérable de ce nombre a été mis hors service (Commission de coopération environnementale, 1996).

Utilisation non électrique

Plusieurs autres usages ont également été trouvés aux BPC. Voici une liste des nombreux produits à usages industriels renfermant ou susceptibles de renfermer des BPC :

- lubrifiants;
 - caoutchouc et résines synthétiques;
 - plastiques divers;
 - pâtes à calfeutrage;
 - peintures;
 - colles;
 - cires;
 - produits pour textiles (colorants);
 - certains pesticides;
 - papier autocopiant et papier isolant pour câbles électriques;
 - encre d'impression;
 - agents antipoussière sur les routes de gravier;
 - solvants pour l'épandage d'insecticides;
 - solvants de désencrage pour papier journal;
 - huiles de coupe (travail du métal);
 - huile à immersion (microscopie);
 - utilisations militaires (équipements électriques et électroniques)
- (Carrier, 1986; Environnement Canada, 1986; Gonzague et Lawrie, 1981).

Présence non intentionnelle de BPC

Procédés chimiques

Tous les procédés chimiques contenant du carbone et du chlore, en condition de température élevée, peuvent générer des BPC, de façon non intentionnelle, sous forme d'impuretés ou de sous-produits. L'Agence américaine de protection de l'environnement (USEPA, 2001) a évalué que plus de 200 procédés chimiques peuvent générer des BPC. Par exemple, les BPC peuvent être produits de façon non intentionnelle lors de la synthèse du chlorobenzène, de solvants chlorés (par exemple, le chloroforme), des alcanes chlorés, de certains pigments, du silicone, etc.

Une étude menée par Environnement Canada (Reynold, 1982) révèle la présence de BPC dans plusieurs produits d'usage courant comme les sacs de plastique, les couches de bébé, les papiers peints, le papier à lettres, les détergents, mais les teneurs dans l'ensemble des échantillons analysés sont faibles (inférieures à 1 mg/kg). Cette étude a été réalisée en 1977, l'année où la production des BPC a pris fin en Amérique du Nord. Durant cette période, les BPC pouvaient être présents dans les différents produits manufacturés de façon volontaire ou involontaire. De nos jours, les procédés ont changé de façon considérable.

Autres sources de rejet

On retrouve dans l'atmosphère une quantité significative de BPC. Ces derniers sont retournés au sol sous forme de précipitations (pluie et neige). De façon générale, la voie aérienne représente d'ailleurs la principale voie de contamination des Grands Lacs et des cours d'eau par les BPC (Simcik, 2000). Il existe plusieurs sources probables de BPC dans l'atmosphère :

- l'évaporation de BPC utilisés dans le passé à aire ouverte : dans la peinture, les préservatifs de bois, les plastifiants, les liquides imperméabilisants, etc.;
- l'évaporation de BPC provenant de fuites à partir de transformateurs, condensateurs et autres équipements contenant une quantité importante de BPC encore en service ou entreposés;
- rejets gazeux et liquides à partir de lieux d'enfouissement sanitaire;
- le rejet dans l'atmosphère de BPC provenant des incinérateurs;
- l'évaporation de BPC présents dans les eaux de surface.

Les lieux d'enfouissement sanitaire représentent une source potentielle de libération de BPC dans l'environnement. Ces endroits génèrent continuellement des gaz (CH₄ et CO₂) formés lors de la dégradation anaérobie de déchets organiques. Ces gaz s'échappent dans l'atmosphère en transportant avec eux d'autres composés volatils ou semi-volatils, dont les BPC.

Auparavant, les BPC étaient incorporés dans une variété d'objets qui ont pu aboutir dans les lieux d'enfouissement sanitaire à la fin de leur vie. Cela explique la présence des BPC dans ces endroits. Les concentrations de BPC qui ont été retrouvées dans les émissions de sites d'enfouissement sanitaire dans la région des Grands Lacs étaient inférieures à 0,5 µg/m³ (Murphy *et al.*, 1985).

Les BPC sont assez résistants à l'oxydation et ils sont semi-volatils. C'est ce qui explique qu'on peut en retrouver dans les rejets gazeux des incinérateurs. Si la combustion a lieu à des températures insuffisantes pour détruire les BPC présents dans des matériaux contaminés, ceux-ci peuvent être rejetés par les émissions dans l'atmosphère (Murphy *et al.*, 1985). Dans les incinérateurs municipaux, les BPC peuvent aussi se former au moment de la dégradation thermique de composés organiques chlorés (Croteau et Proulx, 1996).

Enfin, des BPC peuvent également se retrouver dans les effluents de stations d'épuration municipale. Les concentrations moyennes pour les BPC totaux varient de 2,11 à 33,54 ng/L au cours de l'hiver et de 1,13 à 8,72 ng/L durant l'été dans diverses stations d'épuration municipales du Québec (ministère de l'Environnement du Québec et Environnement Canada, 2001).

EFFETS DES BPC SUR LA FAUNE

Les invertébrés aquatiques sont un maillon de la chaîne alimentaire, et une modification au sein de cette population peut avoir des répercussions à des niveaux supérieurs. Des concentrations modérément élevées de BPC (0,1 à 1,0 µg/L) peuvent affecter leur capacité reproductrice et leur taux de croissance.

Chez les poissons, le stade de croissance peut influencer sur la toxicité des BPC. En général, les embryons et les alevins semblent plus sensibles à l'exposition aux BPC que les poissons adultes. Chez les embryons, les problèmes observés vont de la difformité à la diminution de la croissance et jusqu'à la mortalité. Chez les adultes, les BPC peuvent causer des problèmes de fertilité et entraîner des modifications histologiques d'un certain nombre d'organes, dont le foie, les reins, la rate et le pancréas.

La susceptibilité aux BPC varie de façon marquée selon les espèces d'oiseaux et selon les congénères. Des teneurs en BPC de l'ordre de un $\mu\text{g/g}$ peuvent causer des problèmes considérables aux mécanismes de reproduction : retards dans l'ovulation, comportements anormaux, amaigrissement de la coquille, diminution de la ponte, haut taux d'anomalies des embryons (Bélangier *et al.*, 1977). Plusieurs réactions pathologiques ont été observées chez des oiseaux exposés à des BPC : citons l'œdème généralisé, des dommages aux reins et au foie, une atrophie de la rate et des hémorragies internes (Roberts *et al.*, 1979).

Les BPC peuvent également influencer la reproduction des espèces mammifères par modification des cycles de reproduction, par diminution du nombre de petits, par embryotoxicité ou par atténuation de la croissance, de la survie et de la capacité reproductrice des petits. Les bélugas sont particulièrement contaminés par les BPC. Plusieurs types différents de tumeurs et un nombre élevé d'infections sévères dans divers organes ont été observés chez les bélugas du Saint-Laurent. Les contaminants, mesurés en concentrations importantes chez cette population, pourraient être à l'origine d'une réduction des défenses immunitaires de ces mammifères. Parmi les autres effets histologiques et pathologiques connus des BPC sur les mammifères testés en laboratoire, on note une hypertrophie et divers dérèglements du foie, l'atrophie du thymus, des lésions gastriques et diverses modifications des paramètres hématologiques provoquant éventuellement de l'anémie (Gauthier, 2000a; Roberts *et al.*, 1979).

EFFETS DES BPC SUR LA SANTÉ HUMAINE

Exposition

L'information concernant la toxicité des BPC chez les humains provient essentiellement de trois sources majeures d'exposition : (1) l'exposition de travailleurs dans des entreprises produisant ou utilisant des BPC, (2) des cas d'empoisonnement accidentel par les BPC, (3) l'exposition de populations ayant consommé des quantités importantes de poissons contaminés par les BPC.

Pour la population en général, la source majeure d'exposition est l'alimentation : les produits laitiers, les œufs et les poissons restent la source majeure d'exposition aux BPC. Le niveau d'ingestion de BPC d'un Canadien moyen, non exposé professionnellement, varie dans la documentation sur le sujet de 0,1 μg de BPC par jour (Santé Canada, 2000) à 19 μg de BPC par jour (Carrier, 1991).

Les effets néfastes des BPC sur des groupes de travailleurs fortement exposés ont été largement documentés. La plupart des études épidémiologiques rapportent des problèmes dermatologiques, tels qu'une forme grave d'acné (chloracné) et une hyperpigmentation des ongles et de la peau

(érythème), ainsi que d'autres symptômes d'intoxication. En plus de ces effets, des cas de cancer, des effets neurotoxiques et une altération des fonctions reproductrices ont également été mentionnés dans certaines études sans toutefois faire l'unanimité. La plupart des effets observés chez les travailleurs exposés sont réversibles, c'est-à-dire qu'en l'absence d'exposition aux BPC, ces effets disparaissent (Carrier, 1991; Kimbrough, 1995; Safe, 1994; Santé Canada, 2000; Strachan, 1988; Trépanier, 1984).

Plusieurs milliers de personnes ont été intoxiquées par les BPC lors de deux accidents distincts, l'un au Japon en 1968 (Yusho) et l'autre à Taiwan en 1979 (Yu-Cheng), lorsque des BPC se sont retrouvés accidentellement dans de l'huile de cuisson à de très fortes teneurs. Ces deux incidents ont été largement étudiés et les symptômes rapportés sont la chloracné sévère, le changement de pigmentation, des troubles gastro-intestinaux ainsi que divers troubles suggérant des problèmes neurologiques (Safe, 1994; Strachan, 1988; Trépanier, 1984).

Certains groupes ethniques et les pêcheurs sportifs constituent les groupes de population les plus exposés aux BPC par la consommation de poissons contaminés, tandis que les femmes enceintes, les fœtus et les jeunes enfants représentent les groupes de population les plus sensibles aux BPC par cette même voie d'exposition. Des études réalisées auprès d'enfants nés de mères consommant beaucoup de poissons contaminés ont montré une corrélation entre le niveau de BPC dans le sang et quelques paramètres comme un poids moindre à la naissance, une plus petite circonférence de la tête chez les nouveau-nés ainsi que de faibles troubles du comportement neurologique chez les enfants (ATSDR, 2000a; Safe, 1994; Strachan, 1988). Ces résultats suggèrent qu'il pourrait y avoir une association entre l'exposition du fœtus aux BPC et les déficits dans le développement subséquent des enfants. Malgré tous ces constats, d'autres recherches devront être entreprises afin d'éliminer tous les facteurs de confusion, comme la présence de métaux lourds (mercure et plomb), pouvant également être associés à ces effets.

La diète des Inuits repose en grande partie sur la consommation de mammifères marins. Le lait des femmes inuites renferme jusqu'à dix fois plus de BPC que celui des mères habitant les centres urbains du sud du Québec (Gauthier, 2000b). Chez les populations inuites, les BPC pourraient affecter le système immunitaire des enfants allaités (Tryphonas, 1998). Par contre, aucune preuve d'effet nocif n'a été apportée pour de faibles quantités de BPC trouvées dans le lait maternel.

Certaines fonctions de la reproduction pourraient être altérées par l'exposition aux BPC liée à la consommation de poissons contaminés, mais des recherches ultérieures sont requises afin de vérifier cette possibilité.

À ce jour, il n'est pas possible de conclure à une relation ou à une absence de relation entre les BPC et le cancer chez l'être humain (National Toxicology Program, 2000; Safe, 1994). Les raisons sont que les études ont été effectuées sur un nombre restreint de sujets et que l'on ne peut pas exclure la contribution d'autres facteurs. Par contre, les évidences de l'effet cancérigène de certains mélanges de BPC chez les animaux en laboratoire sont suffisamment nombreuses (National Toxicology Program, 2000; USEPA, 2000). Notons en terminant que le Department of Health and Human Services, aux États-Unis (DHHS), et l'Agence américaine de protection de l'environnement (USEPA, 2000) ont déterminé que les BPC peuvent être raisonnablement anticipés comme étant cancérigènes.

RÉFÉRENCES

AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY (2000). Public health implications of exposure to polychlorinated biphenyls (PCBs), [<http://www.atsdr.cdc.gov/DT/pcb007.html>]

BÉLANGER, C., DUBÉ, J.C. et LAMONTAGNE, M.P. (1977). La présence des biphényles polychlorés dans l'environnement québécois. Pêches et Océans Canada, 74 p.

CARRIER, G. (1986). Toxicité des BPC, de leurs contaminants et de leurs produits de combustion chez les êtres vivants et persistance des BPC dans l'environnement. Montréal, Services Programmes de santé, Hydro-Québec, juin, 129 p.

CARRIER, G. (1991). Réponse de l'organisme humain aux BPC, dioxines et furannes et analyse des risques toxiques. Edition La Passeur, Montréal, Québec, 484 p.

COMMISSION DE COOPÉRATION ENVIRONNEMENTALE (1996). État de la gestion des BPC en Amérique du Nord. Montréal, Québec, 175 p.

CROTEAU, G. et PROULX, F. (1996). Problématique du dosage et de l'interprétation des teneurs en biphényles polychlorés. Conférence donnée à l'Université de Sherbrooke. Diplôme de gestion de l'environnement.

DICKERSON, K.S. et KORTE, N.E. (1994). Polychlorinated biphenyls and their interaction with the *environment*. Oak Ridge National Laboratory, Tennessee, 53 p.

ENVIRONNEMENT CANADA (1986). BPC Guide questions réponses sur les biphényles polychlorés. Direction des produits chimiques commerciaux, Environnement Canada, Ottawa, Ontario, 45 p.

ENVIRONNEMENT CANADA (1991). Règlement sur les biphényles chlorés, Gazette officielle du Canada, partie 2.

ENVIRONNEMENT CANADA (1996). Inventaire national des matières utilisées contenant des BPC et des déchets contenant des BPC en entreposage au Canada : Rapport sommaire. Direction d'évaluation des produits chimiques commerciaux, Service de la protection de l'environnement, Environnement Canada, Ottawa, Ontario, 12 p.

ENVIRONNEMENT CANADA (2001). Biphényles polychlorés, [http://www.ec.gc.ca/pcb/fra/index_f.htm]

GAUTHIER, P. (2000a). État de santé des bélugas du Saint-Laurent, [<http://www.quebecscience.qc.ca/Cyber/3.0/N1202.asp>.]

GAUTHIER, P. (2000b). Les Inuits contaminés aux BPC, [<http://www.quebecscience.qc.ca/Cyber/3.0/n1098.asp>.]

GONZAGUE, J. et LAWRIE, S. (1981). Les BPC et l'équipement électrique. Direction générale du contrôle des incidences environnementales, Service de la protection de l'environnement, Environnement Canada, Ottawa, Ontario, 46 p.

KIMBROUGH, R.D. (1995). Polychlorinated biphenyls (PCBs) and human health : An update. *Critical Reviews in Toxicology*, 25(2): 133-163.

LAPERRIÈRE, F. (2001). Communication personnelle. Coordonnatrice des programmes sur les BPC, Environnement Canada, Ottawa, Ontario.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC (2001) Critères de qualité de l'eau de surface au Québec. Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère de l'Environnement, Québec, 430 p.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC et ENVIRONNEMENT CANADA (2001). Évaluation du potentiel toxique des effluents des stations d'épuration municipales du Québec – Rapport final. Saint-Laurent Vision 2000, phase III – volet industriel et urbain, 136 p.

MULLIN, *et al.* (1984). High-Resolution PCB Analysis : Synthesis and Chromatographic Properties of all 209 PCB Congeners. *Environmental Science and Technology*, 18(6) : 468-476.

MURPHY, T.J., FORMANSKI, L.J., BROWNAWELL, B. ET MEYER, J.A.(1985). Polychlorinated biphenyl emissions to the atmosphere in the Great Lakes Region. Municipal landfills and incinerators, *Environmental Science and Technology*, 19(10), p. 942-946.

NATIONAL TOXICOLOGY PROGRAM (USA) (2000). Polychlorinated biphenyls (PCBs). CAS n° 1336-36-3, [http://ntp-server.niehs.nih.gov/htdocs/8_RoC/RAC/PCBs.html]

REYNOLD, L.M. (1982). BPC et TPC dans divers produits vendus dans le commerce et dans des échantillons de déchets. Service de la protection de l'environnement, Direction générale du contrôle des incidences environnementales, Environnement Canada, Ottawa, Ontario, 14 p.

ROBERTS, J.R., RODGERS, D.W. et BAILEY, J.R. ET RORKE, M.A.(1979). Polychlorobiphényles : critères biologiques pour évaluer leurs effets sur l'état de l'environnement. Conseil national de recherches du Canada, Ottawa, Ontario, 208 p.

SAFE, S.H. (1994). Polychlorinated biphenyls (PCBs) : Environmental impact, biochemical and toxic responses and implications for risk assessment. *Critical Reviews in Toxicology*, 24(2) : 87-149.

SANTÉ CANADA (2000). Les BPC et la santé humaine,
[http://www.hc-sc.gc.ca/ehp/dhm/catalogue/generale/votre_sante/bpc.htm]

SCOTT, W.B. et CROSSMAN, E.J. (1974). Poissons d'eau douce du Canada. Bulletin 184, Office des recherches sur les pêcheries du Canada, Ottawa, Ontario, 1026 p.

SIMCIK, M.F., HOFF, R.M., STRACHAN, W.M.J., SWEET, C.W., BASU I. et HITES, R.A. (2000). Temporal trends of semivolatile organic contaminants in Great Lakes precipitation. *Environmental Science and Technology*, 34(3) : 361-367.

STRACHAN, W.M.J. (1988). Devenir et effets des BPC dans l'environnement canadien. Conservation et protection, Environnement Canada, Ottawa, Ontario, 95 p.

TRÉPANIÉ, J-P. (1984). Biphényles polychlorés : Informations générales et situation au Québec. Service d'analyse des études d'impact, ministère de l'Environnement, Québec, 192 p.

TRYPHONAS, H. (1998). Les incidences des BPC et des dioxines sur la santé des enfants : considérations immunologiques. *Revue canadienne de santé publique*, 89(1) : S54-S57.

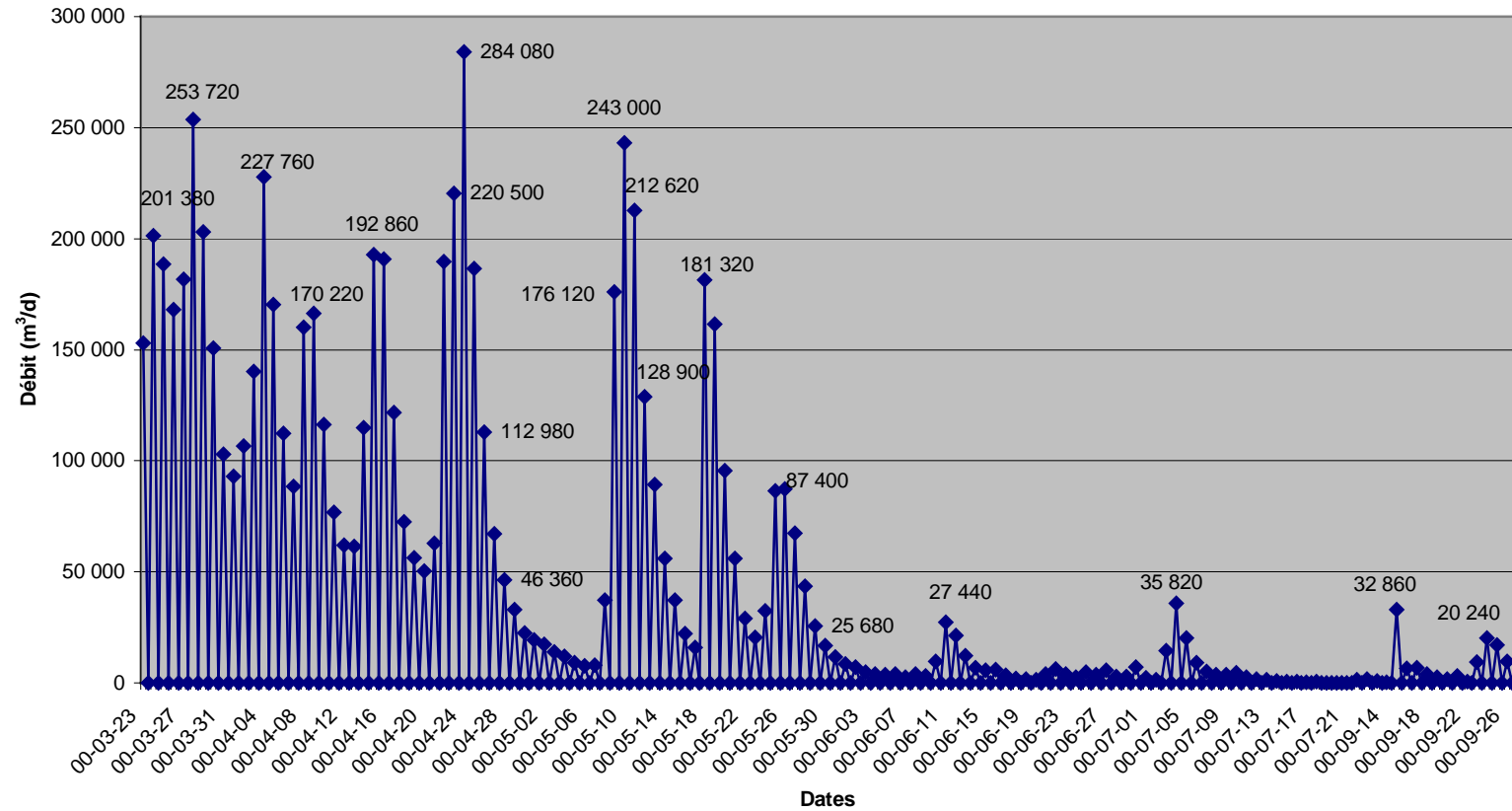
UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (2001). Background information on PCB sources and regulations,
[<http://www.epa.gov/glnpo/bnsdocs/pcbsrce/pcbsrce.html>]

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (1995a). Final water quality guidance for the Great Lakes System - Final rule. *Federal Register*, 60(56) : 15366-15425.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (1995b). Great Lakes water quality initiative criteria documents for the protection of wildlife. DDT, mercury, 2,3,7,8-TCDD, PCBs. Office of Water. Rapport EPA-820-B-95-008.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (2000). Substance file – Polychlorinated biphenyls (PCBs),
[<http://www.epa.gov/ngispgm3/iris/subst/0294.htm>]

ANNEXE 6
Débit du ruisseau Rouge mesuré du 23 mars au 30 septembre 2000



ANNEXE 7

Relevé des événements de surverse au régulateur Saint-Patrice du 19 avril au 30 septembre 2000

N°	Date	Débit ²		Débordement			Précipitations ³ (mm)
		Amont (m ³)	Aval (m ³)	Total (m ³)	Durée (h:mn)	Par heure (m ³)	
1	2000/04/22	10241	3591	6650	7:27	893	14,2
2	2000/04/23	2809	1790	1019	3:35	285	4,2
3	2000/04/24	11905	4698	7207	10:25	692	4,0
4	2000/05/08	1102	637	465	1:22	339	19,2
5	2000/05/09	9319	2385	6934	5:47	1200	14,0
6	2000/05/10	13832	3281	10551	9:05	1162	24,8
7	2000/05/13	1733	641	1092	1:27	753	11,2
8	2000/05/18	12145	3463	8682	8:10	1063	27,0
9	2000/05/24	941	688	253	1:34	161	8,2
10	2000/05/25	3401	1423	1978	3:06	638	9,6
11	2000/06/11	5606	3063	2543	6:52	370	4,0
12	2000/06/17	1965	370	1595	0:48	1993	0,8 ⁴
13	2000/06/25	1218	345	873	0:45	1164	10,8
14	2000/07/03	825	374	451	0:50	543	5,8
15	2000/07/04	3122	312	2810	1:12	2341	14
16	2000/07/22	758	186	572	0:30	1144	6,6
17	2000/07/29	2780	1107	1673	2:36	643	9,0
18	2000/07/30	1427	456	971	1:07	867	20,4
19	2000/08/03	4468	606	3862	1:38	2369	16,4
20	2000/08/07	2066	299	1767	0:50	2129	12,2
21	2000/08/09	2859	500	2359	1:17	1842	7,4
22	2000/08/11	2010	100	1910	1:44	1102	3,4
23	2000/08/14	308	104	204	0:15	1428	3,6
24	2000/08/16	8015	1380	6635	3:52	1716	0,8 ⁴
25	2000/08/23	2979	830	2148	2:05	1031	14,0
26	2000/08/27	382	145	237	0:23	646	6,8
27	2000/09/02	1864	433	1431	1:09	1244	13,4
28	2000/09/13	230	92	138	0:14	591	N.D.
29	2000/09/15	11082	3988	7094	7:12	985	22,2
30	2000/09/21	559	257	302	0:33	549	4,6
31	2000/09/24	1379	286	1093	1:08	964	0,8 ⁴
	Total			83268	90:00	32847	316
	Moyenne			2871	2:52	1060	10

N.D. = donnée non disponible

² Volume mesuré en période de débordement, en amont et en aval de la chambre de régulation.

³ Les précipitations sont évaluées pour la période de 8 h 00 à 8 h 00.

⁴ Les précipitations reçues entre minuit et 8 h 00 n'ont pas été comptabilisées.